வியத்தகு அறிவியல்

நிலநடுக்கம் பற்றி நாம் அறிந்துகொண்டது எப்படி?

ஐசக் அசிமோவ்

தமிழில்: Dr. K.V. பாலசுப்பிரமணியன்

நிலநடுக்கம் பற்றி நாம் அறிந்துகொண்டது எப்படி?



ஐசக் அசிமோவ்

தமிழில்: Dr. K.V. பாலசுப்பிரமணியன்

வியத்தகு அறிவியல்

How we found about EARTHQUAKES

By Isaac Asimov

தலைப்பு: **நிலநடுக்கம் பற்றி நாம் அறிந்துகொண்டது எப்படி?**

ஐசக் அசிமோவ்

தமிழில்: Dr. K.V. பாலசுப்பிரமணியன்

பதிப்பு வருடம்: 2021

அட்டை வடிவமைப்பு: கு. கலைச்செல்வன்

புத்தக வடிவமைப்பு: தூரிகா தி கிரியேட்டிவ் ஸ்டுடியோ, ஊற்றங்கரை.

விலை: ரூ.50



வெளியீடு:

தூறல் புக்ஸ்

69, Pillayar Koil Street, R.V.Nagar,
Jafferkhanpet, Chennai - 600 083.
Phone: 044 24892018
thooralbooks@gmail.com
www.thooralbooks.com

பதிப்புரை

தூறல் புக்ஸ் அறிவியல் நூல் வழியாக பதிப்பகத் துறையில் தன் இரண்டாம் அடியை எடுத்து வைக்கின்றது. குழந்தைகளுக்கான தரமான நூல்களை தரமான விலையில் கொண்டு சேர்க்கும் முயற்சியில் தூறல் புக்ஸ் தன் இயக்கத்தை செயல்படுத்தி வருகிறது.

அறிவியல் மேதை ஐசக் அசிமோவ் தன் அறிவியல் கட்டுரைகள் மூலம் இவ்வுலகிற்கு மிக சிறந்த பங்களிப்பை ஆற்றியுள்ளார். ரோபோ, மரபணு, விண்வெளி மற்றும் ஒளியின் வேகம் ஆகிய நூல்களைத் தொடர்ந்து மறுபடியும் அவரின் ஆக சிறந்த கட்டுரைகளை தொகுத்து தமிழில் “வியத்தகு அறிவியல்” என்று 10 சிறு நூல்களாக வெளியிட்டுள்ளோம். அதன் ஒரு சிறந்த நூல் உங்கள் கைகளில் இப்போது தவழ்கிறது.

இந்நூலை தமிழில் கொண்டு வருவதில் தன் மிக முக்கிய பங்கினை ஆற்றிய “ப்ராஜக்ட் கலெய்டாஸ்கோப்” குழுவினருக்கு எங்கள் மனமார்ந்த நன்றியினை தெரிவித்து கொள்கிறோம்.

ப்ராஜக்ட் கலெய்டாஸ்கோப் (Project Kaleidoscope)

ப்ராஜக்ட் கலெய்டாஸ்கோப் என்ற இந்த திட்டம் இந்தியன் இன்ஸ்டிடியூட் ஆஃப் டெக்னாலஜி, மெட்ராஸ் (IIT madras) மூலம் இயங்கக்கூடியதும் பேராசிரியர் சீனிவாச சக்கரவர்த்தியின் மேற்பார்வையில் செயல்பட்டுக்கொண்டிருக்கும் ஒரு கனவு திட்டமாகும். இத்திட்டத்தின் நோக்கமானது ஆங்கில அறிவியல் நூல்கள் நம் தாய் மொழியில் எளிய நடைமுறையில் மொழி பெயர்க்கப்பட்டு சிறந்த நூல்களாக அனைவருக்கும் பயன்படக்கூடிய வகையில் கொண்டு சேர்ப்பதாகும். இவர்களின் பிற மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் கீழ்கண்ட வளைதளங்களில் காணலாம்.

www.arvindguptatoys.com

http://kaleidoscopetamil.blogspot.se/

இந்நூல்களின் மொழிபெயர்ப்புகள் மற்றும் சீராய்வுகள் அனைத்தும் தன்னார்வலர்களால் உருவாக்கப்பட்டது. இந்நூல்களின் தயாரிப்புகளுக்கு MHRD மூலம் நிதி ஆதாரம் பெறப்பட்டுள்ளது.

வருங்காலத்தில் நீங்களும் தரமான அறிவியல் நூல் தயாரிப்புகளில் தங்களை ஈடுபடுத்திக் கொள்ள விரும்பினால் தொடர்பு கொள்ளுங்கள் iitm.project.kaleidoscope@gmail.com தொலைபேசி: + 91 44 2257 5125.

மொழி பெயர்ப்பாளரை பற்றி

Dr. K.V. பாலசுப்பிரமணியன் (வயது 58) மயிலாடுதுறை அருகே உள்ள குத்தாலம் என்ற ஊரைச் சேர்ந்தவர். இயற்பியலில் முது அறிவியல் பட்டம், தமிழ், வரலாறு ஆகியவற்றில் முதுகலைப் பட்டங்களும், ஆய்வியல் நிறைஞர் பட்டமும் பெற்றுள்ளார். தமிழில் "சங்க இலக்கியத்தில் வானிலைச் செய்திகள்" என்ற தலைப்பில் ஆய்வு செய்து முனைவர் பட்டம் பெற்றுள்ளார். இந்தி மொழியில் எழுதிய ஓர் கட்டுரைக்காக குடியரசுத்தலைவரின் "ராஜ்பாஷா கௌரவ் புரஸ்கார்" விருது பெற்றுள்ளார். தமிழ் இலக்கியம், வானிலை, கணினி தொடர்பான பல கட்டுரைகள் எழுதியுள்ளார். "வானிலை அறிந்ததும் அறியாததும்", "நிலநடுக்கம்", "பஞ்சபூதங்கள்", "முக்கனிகள்", "2001ஆம் ஆண்டு கல்கி இதழ்ச் சிறுகதைகள் ஓர் ஆய்வு" ஆகிய நூல்களை வெளி யிட்டுள்ளார். கடந்த 37 ஆண்டுகளாக இந்திய வானிலை ஆய்வுத்துறையில் பணிபுரிகிறார்.

1. காற்றும் கடவுளும்

இந்த உலகில் ஏதாவது திடமாகவும் நிலையாகவும் இருக்கிறது என்றால் அது நம் காலின் கீழ் இருக்கும் நிலம் மட்டுமே. நாம் நகர்கிறோம்; காற்று வீசுகிறது; கடலுக்கு அலைகள் உள்ளன; ஆனால் நாம் நிற்கும் நிலம் எப்போதும் ஒரே இடத்தில் நிற்கின்றது; நிலையாகவும் திடமாகவும் நிற்கின்றது. ஆனால் எப்போதும் என்பது சரியா?

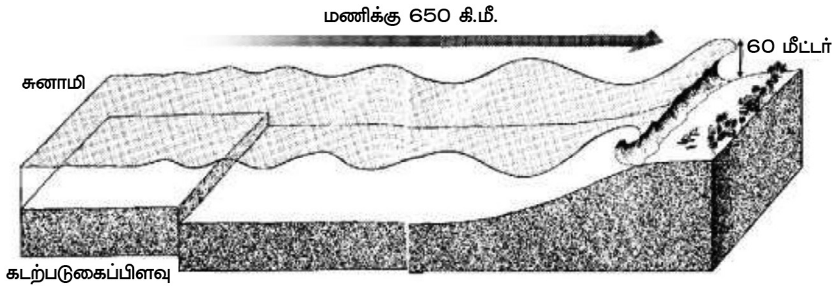
சில சமயங்களில் உலகின் எங்கோவொரு பகுதியில் நிலம் திடீரென அதிர்கிறது. அதனால் நிலத்தில் விரிசல் ஏற்படுகிறது. நீர்க் குழாய்கள், எரிவாயுக் குழாய்கள், மின்சாரம் கொண்டு செல்லும் மின்தடங்கள் ஆகியன உடைகின்றன. கட்டடங்கள் உடைந்து விழுந்து மக்கள் இடிபாடுகளுள் சிக்கிக்கொள்கின்றன. ஒரு சில நிமிடங்களில் எல்லாம் அமைதி நிலைக்குத் திரும்பிவிடுகிறது.

நிலம் நடுங்கியது (ஆங்கிலத்தில் 'எர்த் க்வேக்டு'. க்வேக் என்ற ஆங்கிலச் சொல்லுக்குத் தமிழில் நடுக்கம் என்று பொருள்) என்பதனை நாம் நிலநடுக்கம் என்று கூறுகிறோம்.

சில சமயத்தில் நிலநடுக்கம் கடலுக்கடியில் நிகழக்கூடும். நீர் பரப்பு குலுங்குகிறது, இதனால் நீண்ட அலையொன்று உருவாகிறது. இந்த அலை கடலில் பயணித்து இறுதியில் நிலப்பகுதியை அடைகிறது. சில நேரங்களில் ஒரு முகத்துவாரத்திலோ அல்லது துறைமுகத்தையோ வந்தடையக்கூடும். அவ்வாறு இந்த அலைகள் வரும்போது ஓர் பெரிய நீர்ச்சுவர் போல் மாறி நிலத்தைத் தாக்குகிறது. இதில் அத்தகைய அலைகள் வரும்போது உயரமான இடத்தைச் சென்றடைய முடியாதவர்கள் கடலலையில் மூழ்கி இறக்கின்றனர்.

இத்தகைய அலைகள் தமிழில் "ஓதம்" அல்லது "கடல் ஏற்றவற்றம்" என்றும் ஆங்கிலத்தில் "டைடல் வேவ்" என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. ஆனால் கடலுக்கடியில் நிகழும் நிலநடுக்கத்தால் தோன்றும் அலைகளுக்கும் கடலோதத்திற்கும் தொடர்பில்லை. எனவே ஜப்பானிய மொழியிலிருந்து நல்லதொரு சொல்லைத் தேர்ந்தெடுத்துள்ளனர். அச்சொல் சுனாமி எனப்படும் (படம் 1). இதற்கு ஜப்பானிய மொழியில் 'துறைமுக அலை' எனப் பொருள்.

ஒரு நிலநடுக்கம் அல்லது சுனாமி ஐந்து நிமிட நேரமே நீடிக்கக்கூடியது. ஆனால் எந்தவிதமான முன்னெச்சரிக்கையும் இல்லாமல் மக்கள் நெருக்கம் அதிகமுள்ள பகுதிகளில் ஏற்படக்கூடும். பல்லாயிரக் கணக்கான மக்கள் இந்த ஐந்து நிமிட நேரத்தில் கொல்லப்படுகின்றனர். வேறு எந்த இயற்கைப் பேரிடரும் இத்தனை சிறிய காலத்தில் மிகப் பெரிய எண்ணிக்கையில் மக்களைக் கொல்வதில்லை.



சுனாமி உருவாகும் விதம்

ஒரு வகையில் அக்கால மக்கள் நிலநடுக்கம் பற்றி அறிந்திருந்தனர். புவி தோன்றிய காலத்திலிருந்து நிலநடுக்கங்கள் ஏற்பட்டிருக்கின்றன. ஒருமுறை நிலநடுக்கத்தையோ அல்லது சுனாமியையோ பார்த்தவர்கள் அல்லது அனுபவித்தவர்கள் அதை மறக்கமாட்டார்கள்.

ஆயினும் மக்களுக்கு நிலநடுக்கங்கள் ஏன் ஏற்படுகின்றன என்பது தெரியாமல் இருந்தது.

பழங்காலத்தில் மக்கள் நிலநடுக்கம் ஏதோ ஒரு கடவுளின் சினத்தால் ஏற்படுவதாக எண்ணினர். வலிமையான நிலத்தை வேறு யாரால் அசைக்க இயலும்? கிரேக்கர்கள் 'பாசிடான்'

என்ற கடலின் கடவுளே நிலநடுக்கத்திற்கும் காரணம் என நினைத்தனர். பாசிடோன் தன்னுடைய திரிசூலத்தினை வேகமாக ஆட்டும்போது கடல் கொந்தளிக்கும்; நிலம் நடுங்கும். எனவே கிரேக்கர்கள் பாசிடானை நிலநடுக்கத்தை ஏற்படுத்துபவர் எனக் குறிப்பிடுவர்.

சில பழங்குடி மக்கள் இந்தப் புவியை ஏதோ ஒன்று தூக்கிப் பிடிப்பதாகக் கருதினர். இல்லாவிடில் புவி கீழே விழுந்திருக்கும் என நினைத்தனர். இவ்வாறு புவியைத் தூக்கிக் கொண்டிருப்பது வலிமையான் உடலுடைய ஓர் கடவுளோ அல்லது மிகப் பெரிய உடல்வாகு கொண்ட மிருகங்களாகவோ இருக்கும் என் மக்கள் நினத்தனர். அவ்வப்போது இந்த புவையைத் தூக்கிக் கொண்டிருக்கும் கடவுள்/மிருகம் தன்னுடைய சுமையை தோள் மாற்றி வைத்துக்கொள்ளும் என்றும் அப்போது நிலநடுக்கம் ஏற்படுகிறது என்றும் அவர்கள் நினத்தனர்.

சிலர் நெருப்புக் கடவுள்தான் இதற்குக் காரணம் என நினைத்தனர். நிலநடுக்கங்கள் எரிமலைக்கு அருகில் அதிகம் நிகழ்ந்தன. எரிமலைகள் புகை, நெருப்புக் குழம்பு, உருகிய பாறைகளை உமிழக்கூடியவை. எனவே அவற்றினுள்ளே நெருப்பு இருக்கவேண்டும்.

ஹவாய்த்தீவு மக்கள் தங்களுடைய நெருப்பினைச் சுட்டும் பெண் கடவுளான “பீலீ” பெரிய எரிமைலையின் கீழ் வசிப்பதாகக் கருதினர். அந்தப் பெண் கடவுள் கோபமுறும் போதெல்லாம் தன் காலை தரையில் ஓங்கி மிதிப்பதாகவும் அதன்னல் நிலநடுக்கத்தை உருவாக்குவதாகவும் கருதினர்.

கிரேக்கர்கள், கடவுளர்களால் தோற்கடிக்கப்பட்ட மிகப்பெரிய உருவம் கொண்ட மிருகங்கள் எரிமலைக்குள் சங்கிலியால் பிணைக்கப்பட்டு, சிறை வைக்கப்பட்டு இருப்பதாகவும் அவை அசைந்து சங்கிலியை அறுக்க முற்படும்போது நிலம் நடுங்குவதாகவும் நினைத்தனர்.

கி.மு 384 முதல் கி.மு 322 வரை வாழ்ந்த கிரேக்க தத்துவஞானி அரிஸ்டாடில் என்பவர்தான் முதன் முதலில் கடவுளர்களோடு சம்பந்தப்படாத காரணத்தை முன்வைத்தார். அவர் இவ்வுலகில் உள்ள ஒவ்வொரு பொருளுக்கும் ஓர் நிலையான இடம் உண்டு என எண்ணினார். திடப்பொருளான நிலம் கீழேயும் நீர் நிறைந்த

பெருங்கடல்கள் அதற்கு மேலாகவும் காற்று நிலத்திற்கும் நீருக்கும் மேலாகவும் இருக்கும் என அவர் கூறினார். இம்மூன்று பொருட்களுள் ஏதேனும் ஒன்று தனக்குரிய இடத்தில் இல்லாமல் வேறு பொருளின் இடத்தில் இருக்குமானால், அது அந்த இடத்தை விட்டு தனக்குரிய இடத்தைச் சென்றடைய முயலும். அதாவது புவியைச் சேர்ந்த திடப்பொருட்கள் வானிற்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டால் அது கீழே விழுந்துவிடும். அது போல காற்று நிலத்தில் அகப்பட்டுக் கொண்டால் அது அதற்குரிய இடமான விண்ணிற்குச் செல்ல வேண்டும். அரிஸ்டாடில் பூமியின் அடியில் மிகப்பெரிய அளவில் காற்று அடைபட்டிருக்கிறது என்றும் இந்தக் காற்று பூமியிலிருந்து விண்ணிற்குச் செல்ல முயலும்போது நிலநடுக்கம் ஏற்படுகிறது என்றும் தன் கருத்தினை வெளியிட்டார்.

அரிஸ்டாடிலின் இந்தக் கருத்திற்கு எந்த விதமான ஆதாரமும் இல்லை. ஆனால் அவரின் விளக்கம் நம்பும்படியாக இருந்தது. இதைவிட பொருத்தமான விளக்கம் பல நூற்றாண்டுகளுக்கு எவரும் அளிக்கவில்லை.

*

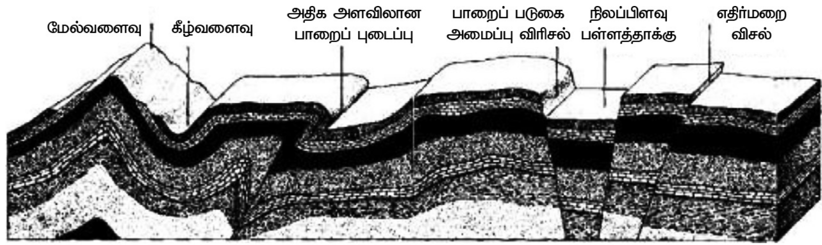
2. நிலநடுக்க அலைகளைக் கண்டுபிடித்தல்

நிலநடுக்கங்கள் தொடர்ந்து நிகழ்ந்து கொண்டு இருந்தன, அதனால் மக்கள் பலர் இறந்தனர். எவரும் அதைப் பற்றி எதையும் செய்ய இயலவில்லை.

1556, சனவரி 24இல் சைனாவின் ஷென்சி பகுதியில் ஓர் நிலநடுக்கம் ஏற்பட்டது, அதில் 8,30,000 பேர் மடிந்தனர், அதிக அளவு மக்கள் இந்த நிலநடுக்கத்தால் இறந்தனர். 1703ஆம் ஆண்டு அக்டோபர் 11இல் ஜப்பான் டோக்கியோவில் ஓர் நிலநடுக்கத்தால் 2,00,000 பேர் இறந்தனர். 1737, அக்டோபர் 11இல் இந்தியாவில் கல்கத்தா நகரில் நிகழ்ந்த நிலநடுக்கத்தில் 3,00,000 பேர் மடிந்தனர்.

இதே சமயத்தில் மேற்கு ஐரோப்பாவில் அறிவியல் வளர்ந்து கொண்டிருந்தது. எனினும் உலகின் பிற பகுதிகளில் நிகழ்ந்த இவ்வகையான இயற்கைப் பேரிடர்கள் பற்றி இவர்கள் அதிக கவனம் செலுத்தவில்லை. அப்போது 1755, நவம்பர் 1ஆம் நாள் மேற்கு ஐரோப்பாவில் ஓர் பேரழிவு நிகழ்ந்தது. போர்ச்சுகல் நாட்டின் தலைநகரான லிஸ்பனிலும் அதையடுத்த கடல் பகுதியிலும் ஓர் நிலநடுக்கம் நிகழ்ந்தது. லிஸ்பன் நகரில் அனைத்து வீடுகளும் இடிந்து தரைமட்டமாயின. இடிபாடுகளில் பலர் சிக்கிக் கொண்டனர். நிலநடுக்கத்தைத் தொடர்ந்து ஓர் சுனாமி லிஸ்பன் துறைமுகத்தைத் தாக்கியது. 15 மீட்டர் உயரமுள்ள அலைகள் நகரைத் தாக்கின. அப்போது மேலும் இரண்டு நிலநடுக்கங்கள் நிகழ்ந்தன. நகருள் புகுந்த கடல்நீர் பின் வாங்கியது. நிலநடுக்கங்கள் குறைந்தன. அதற்குள் 60,000 இறந்திருப்பது தெரிந்தது. லிஸ்பன் வரலாற்றில் மிக மோசமான நிலநடுக்கம் இது. ஆனால் போர்ச்சுகல், மொராக்கோ, ஜிப்ரால்டர்

ஜலசந்தியின் தெற்கே என பல பகுதிகளில் மக்கள் இந்த நிலநடுக்கத்தின் பாதிப்பால் இறந்தனர். ஐரோப்பாவின் தெற்கில் பல பகுதிகளிலும் வடக்கில் ஸ்காட்லாந்து வரையிலும் பல கிலோமீட்டர் தூரத்திற்கு இந்த நிலநடுக்கம் உணரப்பட்டது.



பாறைப் படுகை அமைப்பு

இதன் பின்னர் ஐரோப்பாவில் பலரும் நிலநடுக்கம் பற்றி யோசிக்கத் தொடங்கினர். அரிஸ்டாடிலின் 'காற்று பூமியிலிருந்து வெளியேறுவதால் நிலநடுக்கம் ஏற்படுகிறது' என்ற கருத்தினை பலர் ஏற்கவில்லை. 1700களில் அறிவியாலாளர்கள் நிலநடுக்கத்தின் சக்தி என்ன என்பது பற்றியும் புவியின் நில அமைப்பு பற்றியும் அறிந்திருந்தனர். மேலும் நிலத்தடியில் காற்று அதிக அளவில் இல்லை என்பதையும் அப்படியே இருந்தாலும் நிலநடுக்கம் ஏற்படுத்துமளவிற்கு இல்லை என்றும் அவர்கள் உணர்ந்திருந்தினர்.

*நில அமைப்பைப் பற்றி ஆராய்ந்த விஞ்ஞானிகளுள் ஜான் மிச்சல் (*John Michell, 25 December 1724 - 21 April 1793) *என்ற ஆங்கில அறிவியலாளரும் ஒருவர். நிலத்தைத் தோண்டும்போது அங்கே பாறைகள் அடுக்குகளாக (படம் 2) இருப்பதைக் கண்டார். சில சமயம் இந்த பாறை அடுக்குகள் தட்டையாகவும் சில சமயங்களில் வளைந்தும் காணப்பட்டது. ஏதோ ஓர் சக்தி இந்தப் பாறைகளை வளைத்ததுபோலக் காணப்பட்டது.*

1760இல் மிச்சல் இவ்வாறு வளைந்து நெளிந்து காணப்படும் பாறை அடுக்குகள் ஒன்றோடொன்று மோதி, அழுத்தி, அதிர்ச்சி அலைகளை உருவாக்கக்கூடும் எனக் கூறினார். இந்த அலைகள் அதனைச் சுற்றியுள்ள இடங்களுக்குப் பரவக்கூடும். இதுவே நிலநடுக்கம் ஆகும்.

கடலுக்கடியில் ஏற்படும் நிலநடுக்கம் சுனாமியை ஏற்படுத்தும் என முதன்முதலில் கூறியவரும் மிச்சல்தான். லிஸ்பனில்

ஏற்பட்ட சுனாமிக்கு இதுதான் காரணம் என்றும் அவர் கூறினார். மேலும் பல்வேறு இடங்களில் உணரப்பட்ட நிலநடுக்கத்தின் நேரத்தைச் சரியாக அறிந்தால், மக்கள் நிலநடுக்க அலைகள் எவ்வளவு வேகத்தில் பரவியிருக்கிறது என்பதையும் அதன் மூலம் பின்நோக்கிக் கணக்கிடுதலைப் பயன்படுத்தி நிலநடுக்கம் தோன்றிய இடத்தை கண்டுபிடிக்கலாம் என அவர் கூறினார்.

இந்த அலைகளின் தொடக்கம், அதாவது பாறை அடுக்குகள் மோதிக்கொள்ளும் இடத்தின் தரையின் மேலே உள்ள புள்ளி, அதாவது நிலநடுக்கம் ஏற்பட்ட இடம், நிலநடுக்க வெளிமையம் (ஆங்கிலத்தில் எபிசெண்டர் epicentre) *என வழங்கப்படுகிறது.*

பழங்கால மக்கள் கண்டறிந்தது போலவே மிச்சலும் எரிமலைகள் உள்ள பகுதிகளில் நிலநடுக்கம் அதிகம் ஏற்படுகிறது என்பதனைக் கண்டார். வெப்பசக்தி ஓர் முக்கியமான சக்தி என்பது அவருக்குத் தெரியும். எரிமலைகளின் இந்த வெப்பம் நிலநடுக்கங்களுக்கான சக்தியைத் தருவதாக அவர் எண்ணினார். பூமிக்கடியில் நீர் இருக்க வேண்டும். (பூமிக்கடியில் காற்று இருப்பதை விட நீர் இருப்பதற்கே அதிக வாய்ப்புள்ளது.) இந்த நீர் எரிமலையின் வெப்பத்தால் சூடாக்கப்பட்டு நீராவியாகிறது. விரிவடையும் இந்த நீராவி பாறைகளை நகர்த்தும். இதனால் நிலநடுக்கம் ஏற்படுகிறது என மிச்சல் கருதினார்.

இந்தக் கருத்து அரிஸ்டாடிலின் விளக்கத்தைக் காட்டிலும் அறிவியல் பூர்வமானது. ஆனால் அறிவியலாளர்கள் நிலநடுக்கத்தைப் பற்றி இதற்கு மேலும் எப்படித் தெரிந்து கொண்டார்கள்? மிச்சல் கூறிய நிலநடுக்க அலைகள் பற்றி ஆய்வு செய்ய முடிந்ததா?

மிகப் பெரிய நிலநடுக்கம் நிகழும்போது நிகழ்விடத்திலேயே அதைப் பற்றிய ஆய்வுகள் செய்வது என்பது இயலாது. நவம்பர் 1, 1755இல் லிஸ்பனில் நிகழ்ந்த நிலநடுக்கம் பற்றி அங்கேயே ஆய்வு செய்தவர்கள் நிலநடுக்கம் நிகழத் தொடங்கி ஐந்து நிமிடத்திற்குள் இறந்திருப்பர்.

நிலநடுக்க அலைகள் பரவும்போது வலுவிழந்து விடுகின்றன. மிகப் பெரிய நிலநடுக்கமாக இருந்தாலும் நிலநடுக்க மையத்திலிருந்து 30 கிலோமீட்டர் தொலைவில் மட்டுமே பாதுகாப்பாக அதனை ஆய்வு செய்ய முடியும்.

மேலும் மிகப் பெரிய அபாயகரமான நிலநடுக்கங்களைத் தொடர்ந்து சன்னல்களையும் மேசை மேலுள்ள பாத்திரங்களையும் ஆட்டக்கூடிய நடுத்தர நிலநடுக்கங்கள் பல ஏற்படுகின்றன. இவற்றைத் தவிர பலப்பல உணர முடியாத நில அதிர்வுகளும் ஏற்படுகின்றன. இவ்வாறு சிறிய நில அதிர்வுகளையும் பெரிய நிலநடுக்கங்களையும் அவை நிகழும் இடத்திலிருந்து தொலை தூரத்தில் உள்ள ஓரிடத்தில் கண்டுபிடிப்பதற்கு வழியிருக்கிறதா?

அத்தகையதோர் வழி லிஸ்பன் நிலநடுக்கம் நடந்து நூறாண்டுகள் வரை, அதாவது 1855 வரை கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. இதனைக் கண்டுபிடிப்பதற்கான கருவியொன்று 1855ஆம் ஆண்டு உருவாக்கப்பட்டது. இதனை உருவாக்கியவர் இத்தாலிய அறிவியலாளரான 'லுய்கி பால்மிரி' (Luigi Palmieri, April 22, 1807-September 9, 1896) என்பவராவார்.

பால்மிரியின் கருவி ஓர் கிடைநிலை குழாய் ஒன்றினைக் கொண்டிருந்தது. இக்குழாய் ஆங்கில எழுத்தான 'ப' வடிவில் இருந்தது. அக்குழாயில் பகுதி அளவிற்கு பாதரசம் நிரப்பப்பட்டிருந்தது. நிலம் அதிரும்போது பாதரசம் ஒரு பக்கத்தில் இருந்து மறு பக்கத்திற்கு நகரும். நில அதிர்வு வலிமையானதாக இருந்தால் அதிகமாக நகரும். முதலில் 'ப' வடிவக் குழாயின் ஒரு பகுதியில் பாதரசம் உயரும் பின்னர் மறு பகுதியில் உயரும். பால்மிரி 'ப' வடிவக் குழாய்களில் இரும்பாலான இரண்டு மிதவைகளை பக்கத்திற்கு ஒன்றாக மிதக்கவிட்டிருந்தார். இந்த மிதவைகளோடு ஒரு வரைவுகோல் இணைக்கப்படிருக்கும். 'ப' வடிவக் குழாயில் பாதரசம் எவ்வாறு மேலும் கீழும் இறங்குகிறது என்பதை பால்மிரியால் பார்க்கமுடிந்தது. இதுவே முதல் நிலநடுக்கமானியாகும். நிலநடுக்கமானி ஆங்கிலத்தில் "சீஸ்மோமீட்டர்" என அழைக்கப்பட்டது. "சீஸ்மோ" என்றால் கிரேக்க மொழியில் நிலநடுக்கத்தை அளத்தல் என்று பொருள்.

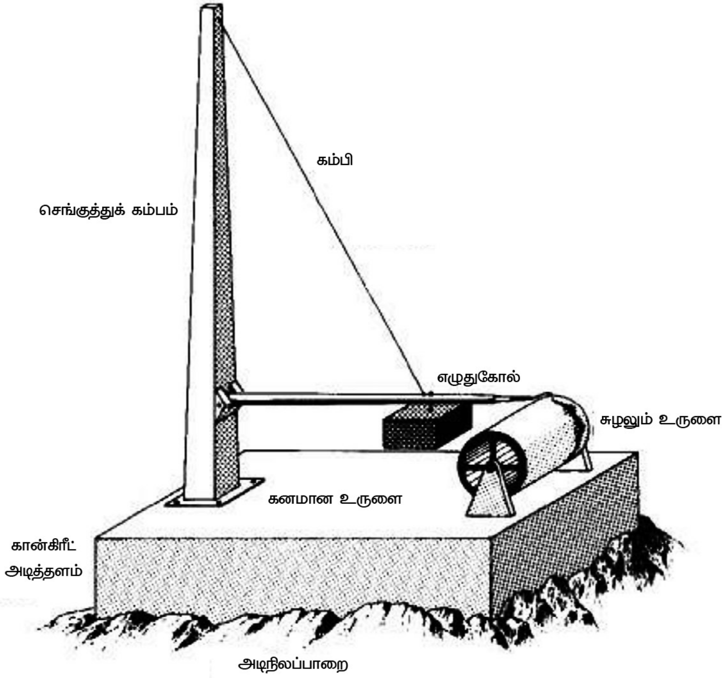
பால்மிரி உருவாக்கிய நிலநடுக்கமானியின் நிலநடுக்கத்தை உணரும் தன்மை, மிகவும் அதிகமாக இருந்தது. சிறிய அதிர்வுகூட இந்த நிலநடுக்கமானியில் பதிவானது. எனவே நிலநடுக்கமானி நில அதிர்வைப் பதிவு செய்ததா அல்லது அருகில் உள்ள சாலையில் ஓடும் வண்டி ஏற்படுத்திய அதிர்வைப் பதிவு செய்ததா என்பதை அறிய முடியவில்லை.

1880இல் பால்மிரியின் கருவியைவிட நல்லதொரு கருவியை ஆங்கில அறிவியலாளர் ஜான் மில்னே (John Milne, 30 December 1850-31 July 1913) *கண்டுபிடித்தார். 1875இல் அவர் ஜப்பானின் தலைநகரான டோக்கியோவில் உள்ள இம்பீரியல் பொறியியல் கல்லூரிக்கு நிலவியலையும் சுரங்கவியலையும் போதிக்கச் சென்றார். அவ்வமயத்தில் நிலநடுக்கம் பற்றி ஆய்வு செய்ய முடிந்தது. நிலநடுக்கங்கள் ஜப்பானில் சாதாரணமானவை.*

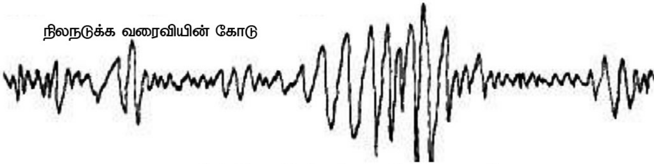
1880இல் மில்னே நிலநடுக்கங்களை ஆய்வுசெய்ய வகை செய்யும் ஓர் கருவியைக் கண்டுபிடித்தார் (படம் 3). அக்கருவி வேலை செய்யும் விதம் வருமாறு.

மில்னேயின் நிலநடுக்கமானியில் ஒரு கனமான உருளை கிடைமட்டத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள ஓர் உலோகக் தண்டோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த உலோகத் தண்டு ஓர் செங்குத்தான கம்பத்தில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். உருளை, ஓர் மெல்லிய கம்பியின் மூலம் செங்குத்துக் கம்பத்தின் மேல் முனையோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும். கிடைமட்ட உலோகத் தண்டு, கம்பத்தோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும் இடம், உலோகத் தண்டு நன்றாக அசையும் வண்ணம் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். உருளையை செங்குத்துக் கம்பத்தோடு இணைக்கும் மெல்லிய கம்பி உருளையைக் கீழே விழாமல் பார்த்துக்கொள்ளும். உருளை கனமானதால் புவி ஈர்ப்பு விசை காரணமாக அதனால் மேலே செல்ல முடியாது. எனவே உருளை பக்கவாட்டில் மட்டுமே அசையும். இந்தக் கருவியை யாரும் அசைக்காதபோது அது நிலையாக இருக்கும்.

செங்குத்தான கம்பம், பூமியின் அடிநிலப்பாறை வரை கடைக்காலிடப்பட்டு நிலை நிறுத்தப்பட்டிருக்கும். இப்போது ஓர் நிலநடுக்கம் ஏற்பட்டால் அடிநிலப்பாறை முன்னும் பின்னும் அசையும். அப்போது செங்குத்துக் கம்பமும் அசையும். உருளை உறுதியாகப் பிணைக்கப்பட்டு இருந்தால் உருளையும் அசையும். ஆனால் அது அசைவதில்லை. ஏனெனில் உருளையை தாங்கும் தண்டு செங்குத்துக் கம்பத்தோடு இணைத்திருக்கும் பகுதி அத்தகையது. எனவே அடிநிலப்பாறை அசையும்போது உருளை அசைவதில்லை, ஓரிடத்தில் நிலையாய் இருக்கிறது.



புதிய நிலநடுக்க வரைவி



மில்னேயின் நிலநடுக்கமானி

இந்த உருளையோடு ஓர் எழுதுகோல் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த எழுதுகோல் வேறொரு உருளையின் மீது சுற்றப்பட்டிருக்கும் காகித்தின் மேல் எழுதும். இந்த இரண்டாவது உருளை மெல்ல சுழலக்கூடியது. இந்த உருளையும் அடிநிலப்பாறையுடன் உறுதியாகப் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

நிலநடுக்கம் இல்லாதபோது, சுழலும் உருளையின் மீது எழுதுகோல் ஓர் நேர்கோட்டினை வரையும். நிலநடுக்கம் ஏற்படும்போது, சுழலும் உருளையும் அசையும். எனவே எழுதுகோல் அலையலையான கோட்டினை வரையும். பலமான நிலநடுக்கத்தின்போது பெரிய அலைநீளமுள்ள கோடு

வரையப்படும். இந்தக் கருவி "நிலநடுக்க வரைவி" என்று தமிழிலும் 'சீஸ்மோகிராப்' என ஆங்கிலத்திலும் அழைக்கப்படும். கிரேக்க மொழியில் சீஸ்மோகிராப் என்றால் நிலநடுக்கத்தை வரைதல் எனப்பொருள், ஏனெனில் இந்தக் கருவி நிலநடுக்கம் ஏற்பட்டதையும் அதன் வலிமையையும் வரைந்து காட்டுகிறது.

காகிதத்தில் வரையும் எழுதுகோல் வரையும்போது உராய்வினை சந்திக்கும். எனவே மிகச் சிறிய அசைவுகளை உணர்வதில் சிரமம் ஏற்படும். அது சிறிய நில அதிர்வுகளைக் கண்டுபிடிப்பதில் பிரச்சனை ஏற்படுத்துகிறது. எனவே சாதாரண காகிதத்திற்குப் பதிலாக புகைப்படத்தாளைப் பயன்படுத்துகிறோம். இந்தப் புகைப்படத்தாளின் மேல் எழுதுகோலுக்குப் பதிலாக ஒளிக்கதிரைக் கொண்டு நிலநடுக்கத்தைப் பதிவு செய்யலாம்.

இந்த முறையில் அசையாத முதல் உருளையின் மேல் ஒரு கண்ணாடி வைக்கப்பட்டிருக்கும். அந்தக் கண்ணாடியின் மேல், ஒரு விளக்கிலிருந்து ஓர் ஒளிக்கற்றை விழச்செய்யப்படும். இந்த ஒளிக்கற்றை அந்த அசையாத உருளையின் மீதிருக்கும் கண்ணாடி புகைப்படத்தாளின் மேல் விழுமாறு பிரதிபலிக்கும். இந்த ஒளிக்கற்றை எழுதுகோலைப் போலச் செயல்படுகிறது. இது சிறிய நில அதிர்வுகளைக்கூட பதிவு செய்யும்.

ஜான் மில்னே ஜப்பானில் பல இடங்களிலும் வேறு நாடுகளிலும் நிலநடுக்க வரைவிகளை நிறுவினார். 1900இல் அவர் 13 நிலநடுக்க வரைவிகளை அமைத்திருந்தார். அவற்றுள் பல இன்று வரை பணிசெய்கின்றன. இன்றோ உலகெங்கும், அண்டார்டிகாவில்கூட பல நிலநடுக்க வரைவிகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

*

3. பூமியின் உட்பகுதி

நிலநடுக்க வரைவியின் பதிவுகளை விஞ்ஞானிகள் ஆய்வு செய்யத் தொடங்கியதும் பல்வேறு நிலநடுக்க அலைகள் இருப்பதைக் கண்டுபிடித்தார்கள். அந்த அலைகளில் சில குறுக்கலைகளாகவும் சில நெட்டலைகளாகவும் சில பூமியின் தரையோடு செல்பவையாகவும் சில பூமிக்குள் செல்பவையாகவும் இருந்தன.

மேற்சொன்ன அலைகளுள் வெவ்வேறு அலைகள் வெவ்வேறு வேகத்தில் சென்றன. அப்படியென்றால் பல்வேறு அலைகள் நிலநடுக்க மையத்திலிருந்து வெவ்வேறு சமயத்தில் பல்வேறு இடங்களில் உள்ள நிலநடுக்கமானிகளை வந்தடைகின்றன. அறிவியலாளர்கள் முதல் வகை அலை, இரண்டாம் வகை அலை, மூன்றாம் வகை அலை என ஒவ்வொன்றிற்கும் நிலநடுக்கமானியை வந்தடைந்த நேரத்தை கணக்கீடு செய்தினர்.

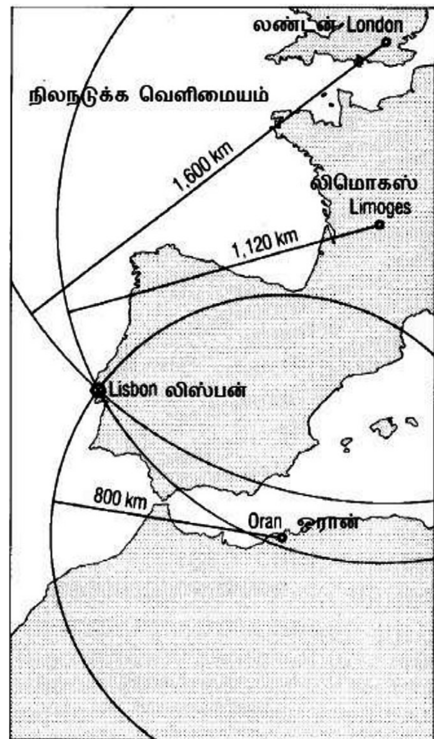
நிலநடுக்க மையம் எவ்வளவு தொலைவில் உள்ளதோ அதனைப் பொருத்து ஒரு வகை அலைக்கும் மற்றொரு வகை அலைக்குமான இடைப்பட்ட நேரம் அதிகமாக இருந்தது. இந்த இடைப்பட்ட நேரத்தைக் கொண்டு நிலநடுக்க மையம் எங்குள்ளது என்பதை கண்டுபிடிக்கலாம். அதாவது தொலைவில் உள்ள ஒவ்வொரு நிலநடுக்கமானியிடத்தில் உள்ள விஞ்ஞானி கண்டுபிடிக்கலாம்.

நிலநடுக்க அலைகள் எத்திசையிலிருந்து வருகின்றன என்பதனைக் கண்டுபிடிக்க முடியவில்லை. ஓர் நிலநடுக்க வரைவி, நிலநடுக்க வெளிமையத்திலிருந்து 500 கிலோமீட்டர் தூரத்தில் இருப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம். இதனை மையமாகக்

கொண்டு 500 கிலோமீட்டரை ஆரமாகக் கொண்டு ஓர் வட்டம் வரைந்தால் அவ்வட்டத்தின் எந்தப் புள்ளியில் வேண்டுமானாலும் நிலநடுக்க வெளிமையம் இருக்கலாம்.

மூன்று நிலநடுக்க வரைவிகள் மூன்று வெவ்வேறு இடங்களில் இருப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம் (படம் 4). மூன்றிற்கும் இடையே பெரிய இடைவெளியும் இருப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம். நிலநடுக்க வெளிமையம் முதலாவது வரைவியிலிருந்து 800 கிலோமீட்டரும் இரண்டாவதிலிருந்து 1,120 கிலோமீட்டரும் மூன்றாவதிலிருந்து 1,600 கிலோமீட்டரும் இருப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம். இப்போது மூன்று நிலநடுக்க வரைவிகளிலிருந்தும் தனித்தனியே வட்டங்கள் வரைந்தால் மூன்று வட்டங்களும் ஒரு புள்ளியில் வெட்டும். அந்தப் புள்ளிதான் நிலநடுக்க வெளிமையமாகும்.

இந்நாட்களில் ஓர் நிலநடுக்க வரைவி உள்ள இடத்தில் பணிபுரியும் விஞ்ஞானிகள் மற்ற நிலநடுக்க வரைவிகள் உள்ள இடங்களை ரேடியோ மூலம் தொடர்புகொள்ள முடியும். எனவேதான் நிலநடுக்கம் ஏற்பட்ட உடன் நம்மால் நிலநடுக்க வெளிமையத்தை கண்டுபிடிக்க முடிகிறது.

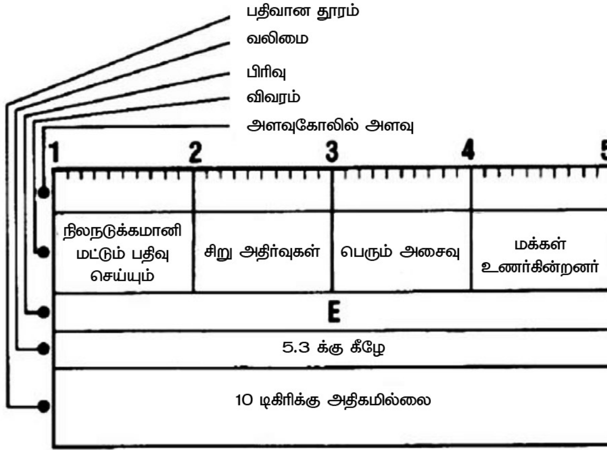


நிலநடுக்க வெளிமையத்தை
கண்டுபிடிக்கும் முறை

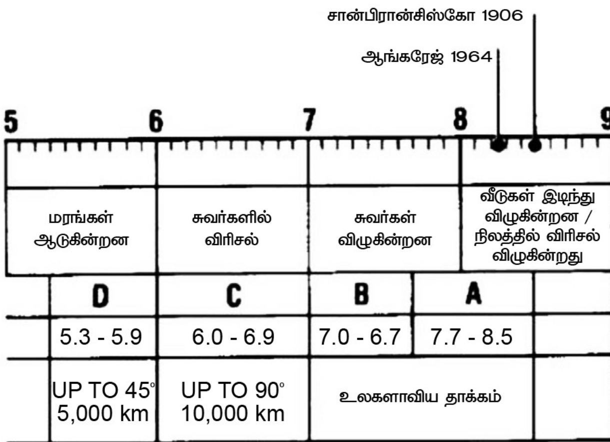
ஓர் நிலநடுக்க வரைவியில் காணப்படும் அலைகளின் அலை வீச்சு அந்த வரைவி இருக்கும் இடத்தில் நிலநடுக்கத்தின் வலிமை எவ்வளவு என்பதைச் சொல்லும். நிலநடுக்க வெளிமையம் அந்த இடத்திலிருந்து எவ்வளவு தூரத்தில் இருக்கிறது என்பதை

அறிந்தால் நிலநடுக்கம் ஏற்பட்ட இடத்தில் நிலநடுக்க அலைகளின் வலிமை என்ன என்பதையும் அதன் மூலம் நிலநடுக்கத்தின் வலிமை என்ன என்பதையும் நாம் அறியமுடியும்.

1935இல் ஒரு அமெரிக்க விஞ்ஞானி சார்லஸ் ப்ரான்சிஸ் ரிக்டர் (Charles Francis Richter, April 26, 1900 - September 30, 1985) *நிலநடுக்கங்களின் வலிமையை அளக்க 1 முதல் 10 வரையிலான அளவைமுறையை கண்டுபிடித்தார். இதற்கு 'ரிக்டர் அளவுகோல்' (படம் 5, 6) என்று பெயர்.*



ரிக்டர் அளவுகோல்



ரிக்டர் அளவுகோல்

ரிக்டர் அளவுகோலில் 1 என வலிமையுடைய நிலநடுக்கம் 170 கிராம் டி.என்.டி எனப்படும் வெடிமருந்து வெடித்தால் ஏற்படும் சேதத்தை ஏற்படுத்தும். இத்தகைய நிலநடுக்கம் மிகச் சிறிய அலைகளை உண்டாக்கும் எனவே நிலநடுக்க வரைவிகளால் மட்டுமே உணரப்படும். ரிக்டர் அளவுகோலில் 2 என வலிமையுடைய ஓர் நிலநடுக்கம் இதைப்போல 31 மடங்கு வலிமையுடையதாக இருக்கும். ஒவ்வொரு முறையும் ரிக்டர் அளவுகோலில் ஒரு எண் மேலே செல்லும்போது நிலநடுக்கத்தின் வலிமை 31 மடங்கு அதிகமாகும்.

இப்படியே நாம் ரிக்டர் அளவுகோலில் 9 என்ற எண்ணை அடையும்போது அந்த அளவில் ஏற்படுகின்ற ஓர் நிலநடுக்கம் 200 மில்லியன் டன் டி.என்.டி வெடிமருந்து வெடித்தால் ஏற்படும் சேதத்தை உண்டாக்கும்.

ஆனால் இதுவரை ரிகடர் அளவுகோலில் 9 வரக்கூடிய அளவில் நிலநடுக்கம் ஏற்பட்டதில்லை. இன்னும் சொல்லப்போனால் 8 அளவில் ஏற்பட்ட நிலநடுக்கம் கூட பதிவாகவில்லை. 1906இல் சான்ப்ரான்சிஸ்கோவை அழித்த நிலநடுக்கம் ரிக்டர் அளவுகோலில் 8.25 எனப் பதிவானது. 1964இல் அலாஸ்காவில் ஆங்கரேஜ் என்ற இடத்தில் நிகழ்ந்த நிலநடுக்கம் 8.5 எனப் பதிவானது. 8.9 வரை கூட நிலநடுக்கங்களின் வலிமை கணக்கீடு செய்யப்பட்டுள்ளது.

இயற்கையிலேயே மாபெரும் நிலநடுக்கங்கள் மிக அரிதாகவே நிகழ்கின்றன. ஆண்டுதோறும் ஒரு மில்லியன் நிலநடுக்கங்கள் ஏற்படுகின்றன ஆனால், பெரும்பாலும் குறைந்த வலிமையுடையன. சராசரியாக ஆண்டிற்கு ஒருமுறை ரிக்டர் அளவுகோலில் 8 அல்லது அதற்கு மேலான வலிமையுடைய நிலநடுக்கம் ஏற்படலாம்.

சில ஆண்டுகளில் சராசரிக்கு சற்று மாறுதலாக நிலநடுக்கங்கள் நிகழலாம். 1906ஆம் ஆண்டு எட்டிற்கும் அதிகமான வலிமையுடன் கூடிய ஏழு நிலநடுக்கங்கள் ஏற்பட்டன. மக்கட்தொகை குறைவாக உள்ள பகுதியொன்றில் வலிமையான நிலநடுக்கம் ஏற்படலாம். அதனால் சேதங்கள் குறைவாக இருக்கலாம். அதே சமயம் மக்கட்தொகை அதிகமுள்ள பகுதியொன்றில் வலு குறைவான நிலநடுக்கம் ஏற்பட்டு அதிக சேதம் விளைவிக்கலாம். நல்ல முறையில் கட்டப்பட்ட கட்டடங்கள் உடைய நகரொன்றில்

நிலநடுக்கத்தால் ஏற்படும் பாதிப்பு வலுவில்லாத கட்டடங்கள் உள்ள நகரில் ஏற்படும் பாதிப்பினைவிட குறைவாக இருக்கும். எனவே ரிக்டர் அளவுகோலின் அடிப்படையில் ஒரு நிலநடுக்கம் அதிகப் பலிவாங்கிய நிலநடுக்கம் என முடிவு செய்ய இயலாது.

நிலநடுக்கங்கள் தரையலைகளை உருவாக்கின்றன. இந்தத் தரையலைகள் பூமியின் மேலோடு வழியாகப் பணிக்கின்றன. இவை நிலநடுக்கம் பற்றிய பல தேவையான செய்திகளைத் தருகின்றன. பூமிக்குள் பரவும் உள்ளலைகள் 'பாடி வேவ்ஸ்' நிலநடுக்க வெளிமையத்திலிருந்து பூமியின் உள்ளே பரவி பூமியின் வேறொரு இடத்திற்குச் சென்றடையும். இப்படிப்பட்ட அலைகள் மேலும் சுவாரசியமான தகவல்களைத் தருகின்றன.

பூமியின் ஆழமாக உள்ளே பரவி மீண்டும் வேறோரிடத்தில் எழும்பும் உள்ளலைகள்தான் முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. பூமியின் உள்ளமைப்பு பற்றிய அறிவியல் உண்மைகளை இந்த அலைகளை ஆய்வதன் மூலம் அறிய வாய்ப்பு வந்தது.

1909இல் ஓர் விஞ்ஞானி இதைப் பற்றிய ஆய்வினைத் தொடங்கினார். இவர் ஆஸ்திரியா-ஹங்கேரியைச் சேர்ந்த யுகோஸ்லாவியாவில் பிறந்தவர். (இது இப்போது குரேஷியா என்று அறியப்படுகிறது). அவருடைய பெயர் ஆண்டிரிஜா மொகரோவிசிக் Andrija Mohorovi i (23 January 1857 - 18 December 1936).

இவர் உள்ளலைகள் பூமிக்கு மிகவும் உள்ளே செல்வதில்லை என்பதனையும் அவை தரையலைகளைக் காட்டிலும் மெதுவாக நகர்கின்றன என்பதையும் கண்டார். உள்ளலைகள் ஆழமாகச் செல்லச் செல்ல அவை வேகம் பெறுகின்றன. மிக ஆழத்திற்குச் செல்லும்போது தரையலைகளின் வேகத்தை எட்டிப்பிடிக்கின்றன அல்லது அவற்றைக் காட்டிலும் வேகமாகச் செல்கின்றன. ஏனெனில் பூமியின் அடியில் உள்ள பாறைகள், தமக்கு மேல் உள்ள பாறைகளின் அழுத்தத்தால் மிகவும் நெருக்கமாக அமைந்துள்ளன.

ஒரு குறிப்பிட்ட கொள்ளளவு அடிமட்டப் பாறைகளின் எடை அதே அளவு மேல்மட்டப் பாறைகளின் எடையைவிட அதிகமாக இருக்கும். ஏனெனில் அடிமட்டப் பாறைகள் அடர்த்தி அதிகமானவை. கீழே செல்லச் செல்ல பாறைகளின் அடர்த்தி அதிகரிக்கும்.

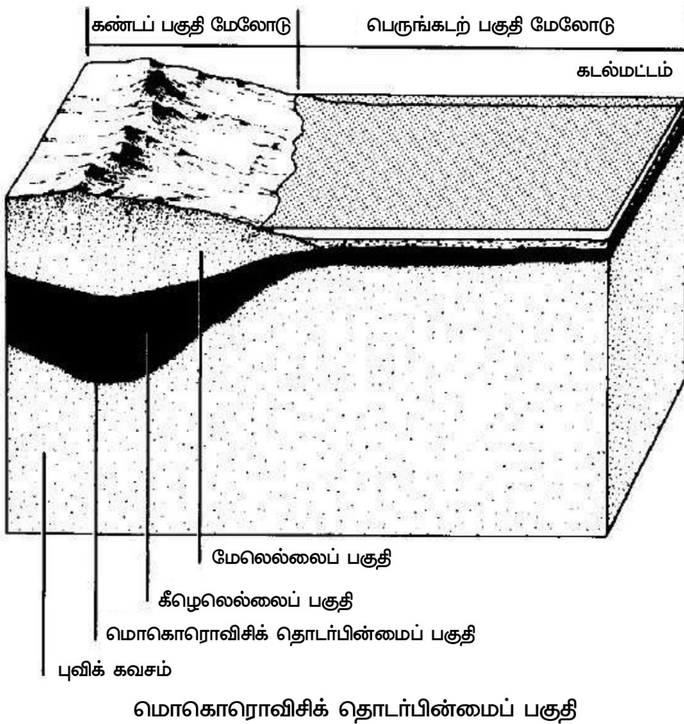
அலைகள் பொதுவாக அடர்த்தி அதிகமான ஊடகத்தில் வேகமாக நகரும். மொகரோவிசிக் நிலநடுக்க வெளிமையத்தில் இருந்து தூரத்தில் உள்ள பல நிலநடுக்க வரைவிகளின் முடிவுகளை ஆய்வு செய்தார். அருகாமையில் உள்ள நிலநடுக்க வரைவிகளை வந்தடைய நிலநடுக்க உள்ளலைகளுக்கு தரையலைகளைக் காட்டிலும் அதிக நேரமாயின. அதே சமயம் இதே அலைகள் தொலைவில் உள்ள நிலநடுக்க வரைவிகளை வந்தடைய குறைவான நேரமே எடுத்துக்கொண்டன. அதாவது இந்த உள்ளலைகள் பூமியின் உள்ளே செல்லச் செல்ல அவை அதிக வேகம் பெற்றன. முடிவில் ஓர் நிலநடுக்க வரைவி மிகத் தொலைவில் இருந்தால் அதனை உள்ளலைகள் தரையலைகளை விட விரைவில் வந்தடைந்தன. ஏனெனில் தரையலைகள் வளைந்த நிலப் பாதையில் பயணிப்பதால் அந்த குறிப்பிட்ட நிலநடுக்க வரைவியை அடைய அதிக நேரம் எடுத்துக்கொள்கின்றன.

நிலநடுக்க அலகளின் வேகத்தைக் கணக்கிடும்போது அதன் மூலம் பூமிக்கடியே வெவ்வேறு ஆழத்தில் உள்ள பாறைகளின் அடர்த்தியை அறிவியலாளர்கள் கணகீடு செய்தனர். ஆழம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க பாறைகளின் அடர்த்தி தொடர்ந்து அதிகரித்தது.

நிலநடுக்க வெளிமையத்திலிருந்து சில குறிப்பிட்ட தூரங்களில் உள்ளலைகள் எதிர்பாராத விதமாக விரைவில் வந்தன. இந்த அலைகள் பூமியின் உள்ளே ஓர் குறிப்பிட்ட தூரம் செல்கின்றன. அங்கே அலைகளின் வேகம் திடீரென வழக்கத்தை விட அதிகரிக்கின்றது. அந்த ஆழத்தில் பாறைகளின் அடர்த்தி திடீரென அதிகரித்திருக்க வேண்டும் அதனால் அலைகளின் வேகம் அதிகரித்திருக்க வேண்டும் என மொகரோவிசிக் முடிவுசெய்தார். அதாவது மேலே இருக்கும் பாறைகளின் தன்மையோடு தொடர்பில்லாத ஒருவகைப் பாறை அந்தக் குறிப்பிட்ட ஆழத்தில் இருக்க வேண்டும் என அவர் முடிவுசெய்தார். இந்த திடீர் மாற்றத்தை, தொடர்பின்மையை இதனைக் கண்டுபிடித்த மொகரோவிசிக்கைக் கௌவரப்படுத்தும் வகையில் "மொகரோவிசிக் தொடர்பின்மை" (Mohorovicic discontinuity) *என்றழைக்கிறோம் (படம் 7). இந்த மொகரோவிசிக் தொடர்பின்மையை உலகெங்கும் பூமியின் அடியில் 6 முதல் 35 கிலோமீட்டர் ஆழம் வரை நாம் காண*

முடியும். நிலப்பகுதிகளை விட கடற்பகுதியில் இந்த ஆழம் சற்று குறைவாகக் காணப்படுகிறது.

மொகரோவிசிக் தொடர்பின்மைப் பகுதிக்கு மேல் உள்ள பூமிப்பகுதி "புவி மேலோடு" (crust) என்றழைக்கப்படுகிறது. இந்த மேலோட்டிற்குக் கீழ் உள்ள பகுதி "புவிக் கவசம்" (mantle) என அழைக்கப்படுகிறது. புவிக் கவசத்தைப் பற்றி நமக்கு நிலநடுக்கங்கள் மூலமாகத்தான் தெரியும். ஆனால் இவ்வாறு நமக்குத் தெரிந்த தகவல்களைக் கொண்டு புவிக் கவசத்தில் உள்ள பாறைகளைப் பற்றி நாம் அறியலாம். பின்வரும் நாட்களில் அறிவியலாளர்கள் பூமியை கவசம் வரை குடைந்து புவிக் கவசப் பாறைகளை எடுத்து வந்து ஆய்வு செய்வர் என நம்புவோம்.



மொகொரொவிசிக் தொடர்பின்மைப் பகுதி

இதற்கிடையில் "பெனொ கூட்டன்பர்க்" (Beno Gutenberg, June 4, 1889-January 25, 1960) என்ற ஜெர்மனி நாட்டைச் சேர்ந்த அறிவியலாளர் நிலநடுக்கங்கள் பற்றி ஆய்வு செய்தார். இவர்

பின்னாட்களில் அமெரிக்காவிற்கு இடம் பெயர்ந்துவிட்டார். இவர் பூமியின் மையப்பகுதியை ஒட்டிச் செல்லும் நிலநடுக்க அலைகளை ஆய்வு செய்தார்.

இந்த நிலநடுக்க அலைகள் புவியின் ஓர் குறிப்பிட்ட ஆழம் வரை செல்லும்போது தங்களது வேகத்திலும் திசையிலும் மாற்றம் காணுகின்றன எனக் காண்பித்தார். அதாவது நிலப்பரப்பிற்கு 2900 கிலோமீட்டர் கீழே மேலுமொரு தொடர்பில்லாப் பகுதி இருக்கிறது என இவர் கண்டுபிடித்தார். இப்பகுதி "கூட்டன்பர்க் தொடர்பின்மை" (Gutenberg discontinuity) என அழைக்கப்படுகிறது.

மொகரோவிசிக் தொடர்பின்மைப் பகுதியிலிருந்து கூட்டன்பர்க் தொடர்பின்மைப் பகுதிவரை புவிக் கவசப் பகுதியாகும். கூட்டன்பர்க் தொடர்பின்மைப்பகுதிக்குக் கீழே புவியின் "கருவம்" (core) உள்ளது (படம் 8).

இதன் பொருள் பூமி ஏறத்தாழ ஓர் முட்டையின் வடிவத்தைக் கொண்டிருக்கிறது எனலாம். நடுவில் உள்ள கருவம் முட்டையின் மஞ்சள் கருவை ஒத்துள்ளது. புவிக் கவசம் மஞ்சள் கருவைச் சுற்றியுள்ள வெள்ளைக் கருவை ஒத்துள்ளது. புவியின் மேலோடு முட்டையின் வெண்ணிற மேலோட்டினை ஒத்தது.

புவியின் உள்ளே செல்லச் செல்ல பூமியின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கிறது. நாம் கூட்டன்பர்க் தொடர்பின்மைப் பகுதியை அடையும்போது அங்கே வெப்பநிலை ஏறத்தாழ 3110 டிகிரி செண்டிகிரேட் ஆக இருக்கும். எனவே புவிக் கவசம் திடப்பொருள், ஆனால் அதிக வெப்பநிலை கொண்டது. புவியின் கருவம் இதனினும் வெப்பநிலை அதிகம் கொண்டது.

நிலநடுக்க உள்ளலைகள் இரண்டு வகைப்படும். ஒருவகை அலை முன்னும் பின்னும் நகரும். இவை நெட்டலைகள் (longitudinal wave) எனப்படும். மற்றொரு வகை அலை இடப்பக்கமும் வலப்பக்கமும் நகரும். இவை குறுக்கலைகள் (transverse wave) எனப்படும். நெட்டலைகள் கூட்டன்பர்க் தொடர்பின்மைப் பகுதியை அடையும்போது திசை மாற்றம் ஏற்பட்டு தன் பயணத்தை மேலும் தொடரும். ஆனால் குறுக்கலைகள் கூட்டன்பர்க் தொடர்பின்மைப் பகுதியை அடையும்போது நின்றுவிடும். மேலே பயணத்தைத் தொடர்வதில்லை (படம் 9).

மேலோடு 10.64 கி.மீ

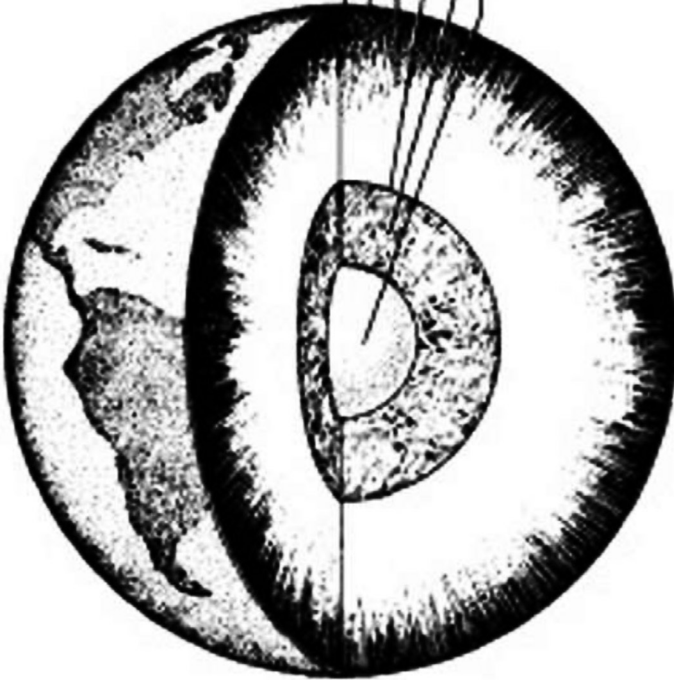
மொகொரொவிசிக் தொடர்பின்மைப் பகுதி

திடமான கவசப்பகுதி 2900 கி.மீ

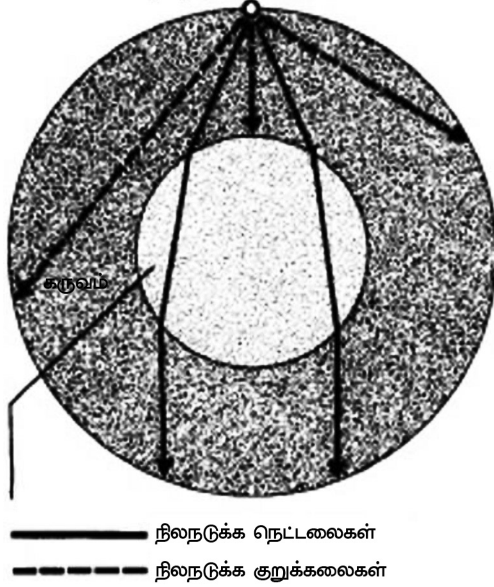
கூட்டன்பர்க் தொடர்பின்மைப் பகுதி

உருகிய வெளிக் கருவம் 2250 கி.மீ

திடமான உட் கருவம் 1380 கி.மீ



புவியின் உட்பகுதி



நிலநடுக்க அலைகள்

நிலநடுக்க நெட்டலைகள் ஓர் திரவத்தின் ஊடாகவும் பயணிக்கும் அதே நேரம் குறுக்கலைகள் அவ்வாறு திரவ ஊடகத்தில் பயணிப்பதில்லை என்பதனை அறிவியலாளர்கள் அறிந்திருந்தனர். எனவே புவியின் கருவம் திரவமாக இருக்கவேண்டும் என அவர்கள் முடிவு செய்தனர். கருவம் திரவமாகவும் அடர்த்தி அதிகம் உள்ளதாகவும் இருக்கும் என்பதால் அது திரவநிலை பாறைக்குப் பதிலாக ஏதோ ஓர் திரவநிலை உலோகமாக இருக்கும் என நினைத்தனர். எனவே பெரும்பான்மை உலோகங்களில் இரும்புதான் அதிக அடர்த்தி கொண்டது என்பதால் அறிவிய லாளர்கள் கருவத்தில் உள்ள திரவ உலோகம் இரும்பாக இருக்கவேண்டும் என நம்பினர். அதனுடன் சிறிதளவு நிக்கல் என்ற உலோகமும் சேர்ந்திருக்கலாம் என்று எண்ணினர்.

எனவே நிலநடுக்கங்கள் நமக்கு புவியின் உட்பகுதியைப் பற்றிய, அதன் கருவம் வரைக்குமான தகவல்களைத் தந்தன. இப்படியான தகவல்களை வேறு எதுவும் தந்திருக்க வாய்ப்பில்லை.

*

4. கண்டங்களின் சுருக்கமும் நகர்வும்

நிலநடுக்கங்களின் பயனாக புவியின் உள்ளமைப்பு பற்றி நாம் அறிந்து கொண்டோம், எனினும் அவை தோன்றுவதற்கான காரணமென்ன என்பதைச் சொல்ல முடியவில்லை.

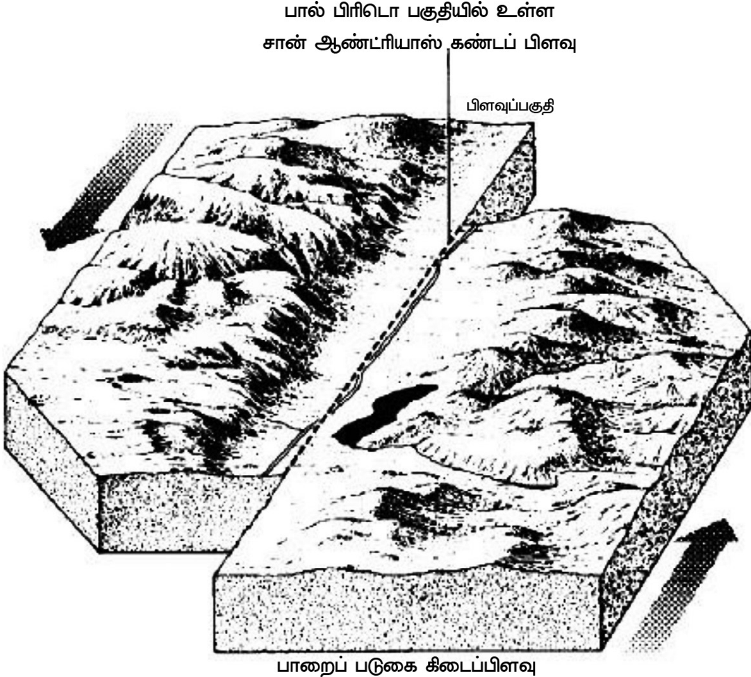
நிலநடுக்கங்கள் பாறைகளுக்கு இடையே காணப்படும் நீண்ட பிளவுகளின் அருகில் தோன்றுவதை மக்கள் கண்டனர். இந்தப் பிளவுகள் நீண்ட கோடுகள்போல இருந்தன. இந்தக் கோட்டின் ஒருபுறம் இருந்த தரையமைப்பு மறுபுறம் இருந்த தரையமைப்போடு மாறுபட்டு இருந்தது. இக்கோடுகளை "கண்டப் பிளவுக் கோடுகள்" என அழைக்கலாம். இவை ஆங்கிலத்தில் "பால்ட்ஸ்" (faults) *என அழைக்கப்படுகின்றன.*

கலிபோர்னியாவில் (வட அமெரிக்கவில் உள்ள ஓர் மாநிலம்) உள்ள "சான் ஆண்டிரியாஸ் பிளவு" மிகப் புகழ்பெற்ற ஓர் கண்டப் பிளவாகும். இப்பிளவின் அருகில் 1906இல் நிகழ்ந்த ஓர் நிலநடுக்கம் சான் ப்ரான்சிஸ்கோ நகரில் பெருஞ்சேதத்தை விளைவித்தது.

ஓர் நிலநடுக்கம் நிகழ்ந்த பின்னர் கண்டப் பிளவின் ஒரு பக்கத்தில் உள்ள நிலப்பகுதி சற்று நகர்ந்திருக்கும். பக்கவாட்டில் ஒரு புறமாகவோ அல்லது மேல் நோக்கியோ 3 முதல் 6 மீட்டர் வரை நகரக்கூடும். மறுபுறம் இந்நகர்வுக்கு எதிர்த்திசையில் நகர்ந்திருக்கும் (படம் 10).

இந்தத் தகவல் 'மிச்சல்' கருதியது சரி என நினைக்கத் தூண்டியது. அதாவது கண்டப் பிளவின் ஒரு புறம் நகர்ந்து மறு புறத்தோடு உரசியதால் நிலநடுக்கம் ஏற்பட்டு, நிலநடுக்க

அலைகள் பூமியெங்கும் பரவியது என்பது 'மிச்சலின்' கருத்தாகும். 'சான் ஆண்டிரியாஸ்' போலவே 'பாலே பிரிடொ கணவாய்' அருகில் மிகப் பெரிய கண்டப் பிளவு இருந்தால் மிகப் பெரிய நிலநடுக்கம் உருவாகியிருக்கும்.



சான் ஆண்ட்ரியாஸ் கண்டப் பிளவு

ஆனால் நிலப் பெயர்ச்சி ஏன் ஏற்படுகின்றது? பூமியின் உட்பகுதி வெப்பமாக இருப்பதை அறிவியலாலர்கள் கண்டுபிடித்தபோது பூமி தற்போது குளிரிடந்து வருகிறது என உணர்ந்தனர். பூமி உருவானபோது அது மிகவும் வெப்பமுடையதாக் இருந்திருக்க வேண்டும். தற்போது குளிரடைந்து கொண்டிருக்க வேண்டும். பூமி குளிரும்போது அது சுருங்கும் அதனால் அதன் மேலோட்டில் சுருக்கங்கள் விழலாம். இந்தச் சுருக்கங்களே மலைகள். இந்தச் செயலானது மிக மெதுவாக நிகழ்ந்திருக்க வேண்டும். இவ்வாறு மலைகள் உருவானபோது, அவ்வப்போது பாறைகள் நகர்ந்து ஒன்றோடொன்று உரசியிருக்க வேண்டும். இது நிலநடுக்கங்களை ஏற்படுத்தியிருக்க வேண்டும்.

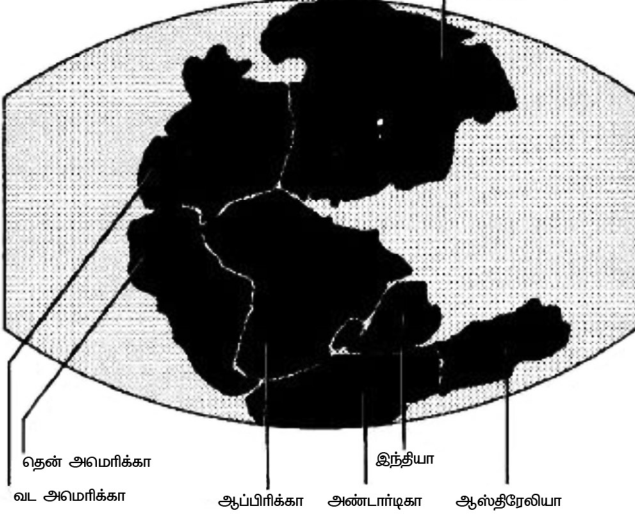
இந்தக் கோட்பாடு சரியாக இருக்கவில்லை. 1890இல் அறிவிய லாளர்கள் யுரேனியம், தோரியம் போன்ற எடை அதிகமான உலோகங்கள் மெல்ல மெல்ல உடைவதைக் கண்டறிந்தனர். அப்போது சிறிய அளவில் வெப்ப சக்தி வெளிப்பட்டது. இந்த வெப்ப சக்தி பூமி குளிரடையாமல் பார்த்துக்கொள்கிறது. எனவே பூமி சுருங்குவதில்லை. பூமியின் மேலோட்டில் சுருக்கங்கள் விழுவதில்லை. எனவே நிலநடுக்கங்கள் இதனால் ஏற்படுவதில்லை.

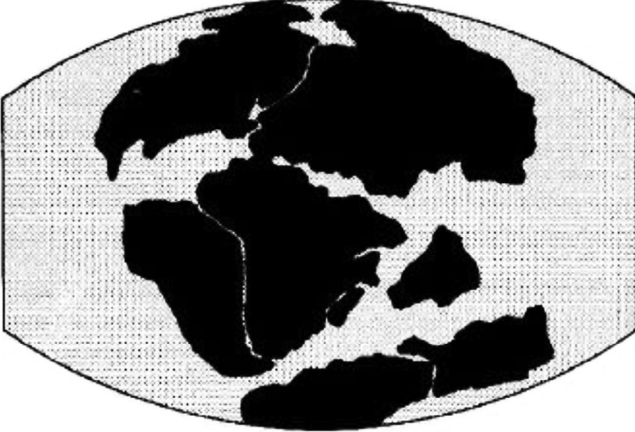
உலகில் உள்ள கண்டங்களின் வடிவமைப்பை ஒட்டி வேறு ஒரு கோட்பாடு உருவாக்கப்பட்ட்து. உலக வரைபடத்தை உற்று நோக்கினால் தென் அமெரிக்காவின் கிழக்குக் கடற்கரை ஆப்பிரிக்காவின் மேற்குக் கடற்கரையை ஒத்திருந்தது. இரண்டு கடற்கரைகளையும் அருகருகே கொண்டு வந்தால் அவையிரண்டும் திருகுவெட்டுப் புதிரில் (jigsaw puzzle) உள்ள அட்டைகளைப் போல ஒட்டிக்கொள்ளும்.

இந்த அமைப்பு 1620இல் 'பிரான்சிஸ் பேகன்' என்ற ஆங்கிலேய அறிஞரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அப்படியானால் தென்னமெரிக்காவும் ஆப்பிரிக்காவும் ஒரே நிலப்பகுதியாக இருந்திருக்குமோ? ஒருவேளை இவை உடைந்து ஒன்றைவிட்டு ஒன்று நகர்ந்து போயிருக்குமோ?

இதையே ஜெர்மானிய அறிவியலாளர் ஆல்பிரட் லோதர் வெக்னர் (Alfred Lothar Wegener, 1 November 1880 - November 1930) என்பவர் நினைத்தார். 1912ஆம் ஆண்டு அவர் - பல மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் உலகில் தற்போது உள்ள கண்டங்கள் ஒரே நிலப் பரப்பாக இருந்தது என அறிவித்தார். இந்த ஒரே ஒரு பெரிய நிலப் பரப்பை அவர் "பாங்கியா" என்று பெயரிட்டார். கிரேக்க மொழியில் பாங்கியா என்றால் "எல்லா நிலங்களும்" என்று பொருளாகும். அவர் பாங்கியா உடைந்து கண்டங்களாகப் பிரிந்து மெல்ல மெல்ல விலகிச் சென்றன என நினைத்தார் (படம் 11, 12).

கண்டப் பலகைகள் பொதுவாக 'க்ரெனைட்' எனப்படும் பாறை வகையால் உருவாக்கப் பட்டுள்ளன என வெக்னர் கருதினார். பெருங்கடலின் அடிப்பகுதி 'பசால்ட்' எனப்படும் பாறைகளால் உருவானது. பாசால்ட் வகைப் பாறைகள் நிலப்பகுதியில் உள்ள க்ரேனைட் பாறைகளுக்கு அடியிலும் அமைந்துள்ளன.

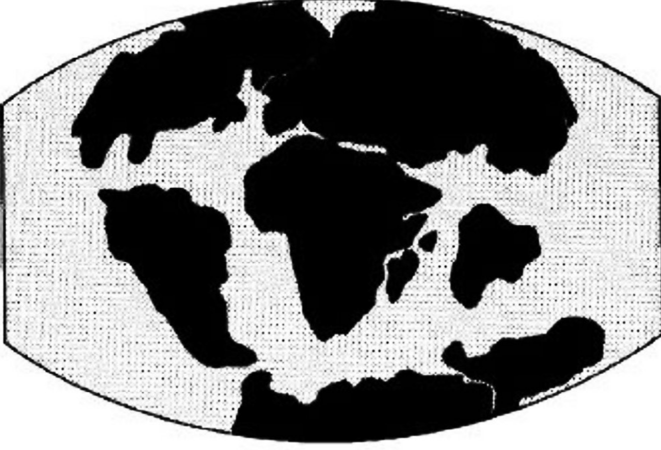




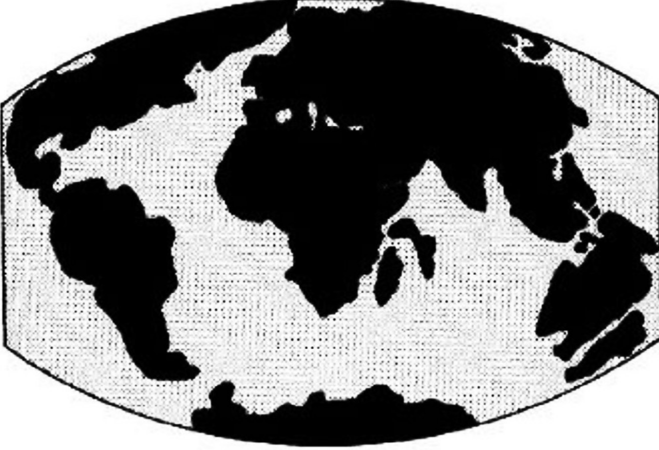
வெக்னரின் கண்டப் பெயர்ச்சிக் கொள்கை

தண்ணீரில் மரங்கள் மிதப்பது போல அடர்த்தியான பொருட்களின் மேல் இதர பொருட்கள் மிதக்கும் தன்மையுடையன. கண்டங்கள், உலகெங்கும் பரவியுள்ள பசால்ட் பாறைகளின் மேல் மிதக்கும் கிரெனைட் குவியல்கள் என வெக்னர் கூறினார். எனவே கண்டங்கள் மிக மெதுவாக பாசால்ட் பாறைப் படுகைகளின் மேல்

75 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர்



தற்போது



வெக்னரின் கண்டப் பெயர்ச்சிக் கொள்கை

மிதந்து ஒன்றிலிருந்து ஒன்று விலகத்தொடங்கின. கண்டங்கள் ஆண்டொன்றிற்கு 25 செண்டிமீட்டர் நகர்ந்தன, ஏனெனில் பாசால்ட் தண்ணீரைவிட அட்ர்த்தியானது.

வட, தென் அமெரிக்கக் கண்டங்கள் மேற்கு நோக்கி நகருகின்றன என வெக்னர் கூறினார். கண்டத்தின் மேற்கு

எல்லை பசால்ட் பாறைப் படுகையின் மீது மெதுவாக நகருகின்றது. இதனால் சுருக்கமும் மடிப்புமாக மலைகளை உருவாக்குகிறது. இப்படித்தான் வட அமெரிக்காவின் "ராக்கீஸ்" தென் அமெரிக்காவின் "ஆண்டீஸ்" மலைத் தொடர்கள் உருவாகி-யிருக்க வேண்டும்.

எனவே இந்த சுருங்குகின்ற, மடிப்புகளை ஏற்படுத்துகின்ற இயக்கங்களால் பாறைத் தொகுதிகள் ஒன்றோடொன்று உராய்கின்றன. இந்த உராய்வு நிலநடுக்கங்களை ஏற்படுத்துகின்றன.

வெக்னரின் இந்த "கண்டப் பெயர்ச்சிக் கொள்கை" ஆர்வத்தைத் தூண்டும் வகையில் இருந்தது. நாட்கள் செல்லச் செல்ல அறிவிய லாலர்கள் இந்தக் கொள்கை பல செய்திகளை விளக்கும் வகையில் இருந்ததைக் கண்டனர். வெவ்வேறு கண்டங்களின் பாறைகளின் தன்மை இந்தக் கண்டங்கள் ஒரு காலத்தில் ஒன்றாக இருந்திருக்கலாம் என உணர்த்தியது. கண்டங்கள் இப்போது தனித்தனியே இருந்தாலும், பல மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் இருந்த செடிகொடிகளும் விலங்குகளும் ஒரு கண்டத்தி லிருந்து மற்றொரு கண்டத்திற்கு எளிதாக இடப்பெயர்ச்சி செய்திருக்கக் கூடும் என்பதனைப் புரிந்து கொள்ள முடிந்தது.

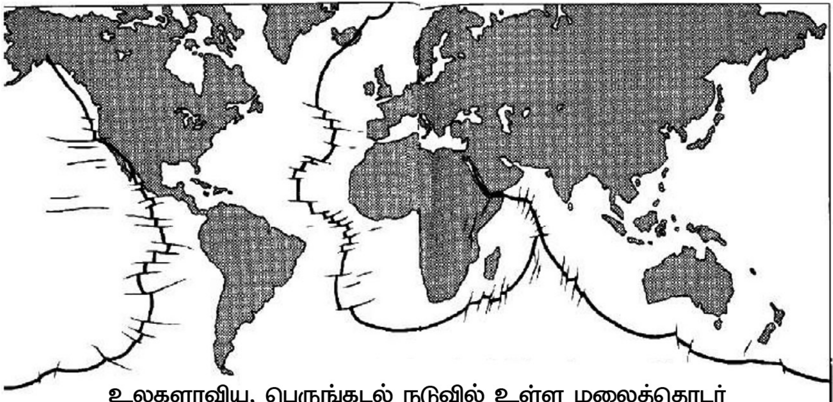
ஆனால் வெக்னரின் கண்டப் பெயர்ச்சிக் கொள்கை ஏற்றுக் கொள்ளப்படவில்லை. இக்கொள்கையில் உள்ள சிக்கல் என்னவெனில் கிரெனைட்டால் ஆன கண்டங்கள் அவற்றிற்கு கீழே உள்ள பசால்டால் ஆன பாறைப் படுகைகளின் மேல் மிதக்க இயலாது. பசால்ட் மிக மிகக் கெட்டியானது. இவற்றால் ஒரு செண்டிமீட்டர் கூட நகர முடியாது. எனவே வெக்னரின் கண்டப் பெயர்ச்சிக் கொள்கை வெளியான அடுத்த 50 ஆண்டுகளுக்கு அறிவியலாலர்கள் அதில் மிகக் குறைவாக கவனம் செலுத்தினர்.

*

5. நகரும் கண்டத்தட்டுக்கள்

மிக முக்கியமானதோர் தகவல் பெருங்கடல்களின் அடியிலிருந்து கிடைத்தது. 1900கள் வரை கடலுக்கு அடியில் என்ன இருக்கிறது என்பது யாருக்கும் தெரியாது. கடலுக்குள் சில மீட்டர் வரையே நம்மால் ஆராய முடிந்தது.

அதிகபட்சமாக ஒரு கப்பலின் பக்கவாட்டிலிருந்து ஒரு பாரமான எடையை, ஒரு சங்கிலி மூலமாக தொங்கவிடலாம். சங்கிலி தரையைத் தொடும் வரை கீழே இறக்கி கடலின் ஆழத்தைக் கணக்கிடலாம். ஆனால் அது எளிதான செயல் அல்ல. இங்கும் அங்குமாக ஒரு சில இடங்களில் கடலின் ஆழம் காணப்பட்டது. 1850இல் அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் பல இடங்களில் ஆழம் அளக்கப்பட்டது. டெலிகிராம் தகவல்களை ஐரோப்பாவிலிருந்து வட அமெரிக்காவிற்கு அனுப்ப, பெற கம்பிவழித் தடங்களை உருவாக்க மக்கள் முயற்சி செய்துகொண்டு இருந்தனர்.



உலகளாவிய, பெருங்கடல் நடுவில் உள்ள மலைத்தொடர்

அளக்கப்பட்ட கடலின் ஆழங்கள், அட்லாண்டிக் பெருங்கடல் அதன் நடுப் பகுதியில் ஆழம் குறைவாகவும் கிழக்கு மேற்கு புறங்களில் ஆழம் அதிகமாகவும் இருப்பதாகச் சொல்லின. அதாவது நடுவில் ஓர் உயர்நிலப் பரப்பு அல்லது பீடபூமி இருந்தது. இந்தப் பீடபூமி "டெலிகிராப் பீடபூமி" என அழைக்கப்பட்டது.

முதல் உலகப் போரின்போது ஒலியலைகளை நீரில் அனுப்பி அவை ஓர் பொருளில் (நீர்மூழ்கிக் கப்பலில்) பட்டு திரும்பி வருவதை கண்டறிய முடியும் என்பதை "பால் லாங்வின்" (Paul Langevin, 23 January 1872 - 19 December 1946) *என்ற பிரஞ்சு நாட்டு அறிவியலாளர் கண்டறிந்தார். பொருட்களில் பட்டு திரும்பிவரும் எதிரொலிகளை நாம் சரியாகக் கண்டறிந்தால், அவை எத்திசையிலிருந்து வருகிறது, அந்தப் பொருள் இருக்கும் தூரம் ஆகியவற்றைக் கணக்கிட முடியும்.*

லாங்வின் எதிரி நாட்டு நீமூழ்கிக் கப்பல்களைக் கண்டுபிடிப்பதற்காக இந்தப் புத்தாக்க முயற்சியில் ஈடுபட்டார், ஆனால் போர் விரைவில் முடிந்துவிட்டது. போருக்குப் பின்னர் இந்தக் கண்டுபிடிப்பு (இது ஆங்கிலத்தில் சோனார் (sonar) *என பின்னாட்களில் அழைக்கப்பட்டது) கடலின் தரையில் பட்டுத் திரும்பி வர பயன்படுத்தப்பட்டது. இந்த முறையில் வேலை வெகு வேகமாக நடந்தது. 1922இல் "மீடியார்" என்ற கப்பல் அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் "சோனார்' கருவியைக் கொண்டு கண்டுபிடித்தது.*

அட்லாண்டிக் பெருங்கடலில் இருக்கும் இந்தப் பீடபூமி ஒரேயடியாகத் தட்டையாக இல்லை, ஏற்ற இறக்கங்களோடு ஓர் மலைத்தொடர் (படம் 13) போல இருக்கிறது என்பதை அறிவியலாளர்கள் கண்டறிந்தனர். 1925இல் இந்த அட்லாண்டிக் பெருங்கடலில் இருக்கும் மலைத்தொடர், ஆர்க்டிக் பெருங்கடலிலிருந்து அண்டார்டிக் பெருங்கடல் வரை நீடிக்கிறது என்பதைக் கண்டறிந்தனர்.

இதற்குப் பின்னர் ஒரு சில ஆண்டுகளில் இந்த மலைத்தொடர் அட்லாண்டிக் பெருங்கடலில் மட்டுமின்றி ஆப்பிரிக்காவின் தெற்கு முனை, இந்தியப் பெருங்கடல் ஆகியவற்றிலும் மலைத்தொடர்கள் உள்ளன எனப் புலானாயிற்று. பசுபிக் பெருங்கடலிலும் இத்தகைய

மலைத்தொடர் இருப்பது தெரியவந்தது. இவை நடுக்கடல் மலைத்தொடர்கள் என அழைக்கப்பட்டன.

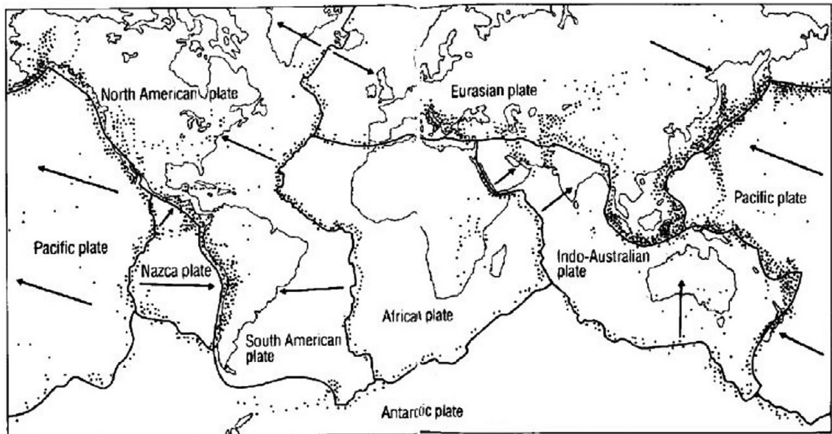
கடலின் ஆழத்தை அளக்கும் முறைகளில் வளர்ச்சி ஏற்பட்டது. 1950களில் விலியம் மௌரிஸ் இவிங் (William Maurice Ewing, May 12, 1906 - May 4, 1974) *என்ற அமெரிக்க அறிவியலாளரின் தலைமையில் ஓர் குழு கடலின் ஆழம் பற்றிய விவரமான ஆய்வுகளை மேற்கொண்டது.*

1953இல் இர்விங் நடுக்கடல் மலைத்தொடருக்கு இடையில் ஓர் பெரிய மலையிடுக்குப் பள்ளத்தாக்கு இருப்பதை அறிவித்தார். இது "உலகின் மாபெரும் கடற்பள்ளம்" (Great Global Rift) *என அழைக்கப்படுகிறது. இந்தக் கடற்பள்ளங்கள் இப்புவியை பல கண்டத் தட்டுக்களாகப் பிரிக்கின்றது எனக் கண்டறிந்தனர். இந்தத் தட்டுக்களில் சில மிகப் பெரியவை. இந்தக் கடற்பள்ளத்தின் ஒரு பகுதி பசுபிக் ரிம்* (rim of the Pacific Ocean) *என ஆங்கிலத்தில் அழைக்கப்படும் பசுபிக் பெருங்கடலின் எல்லைப் பகுதிவழியாகச் செல்கிறது. பசுபிக் பெருங்கடலின் மேற்குப் பகுதியில் கிழக்காசியத் தீவுகள் வழியாகச் செல்கிறது. வடக்கில் அலூட்டியன் தீவுகள் வழியாகச் செல்கிறது. (அலூட்டியன் தீவுகள் என்பவை 14 பெரிய, 55 சிறிய தீவுகளைக் கொண்ட ஓர் தீவுக்கூட்டம். இது அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளின் அலாஸ்கா மாநிலத்திலும் ருஷ்யாவிலும் அமந்துள்ளன) கிழக்கில் வட அமெரிக்க கண்டத்தின் மேற்குப் பகுதியில் உள்ள அமெரிக்கப் பிளவு வழியாகச் செல்கிறது. சான் அண்டிரியாஸ் பிளவு இதில் அடங்கும்.*

எனவே பசுபிக் கண்டத்திட்டு முழுவதும் பசுபிக் பெருங்கடலில் உள்ளது. வட அமெரிக்கக் கண்டத் தட்டின் தெற்கே தென் அமெரிக்கக் கண்டத் திட்டு உள்ளது. அது அட்லாண்டிக் பெருங்கடல் வரை விரிந்துள்ளது. இதன் மறு புறத்தில் வடக்கில் யுரேசியன் தட்டும் தெற்கில் ஆப்பிரிக்கத் தட்டும் அமைந்துள்ளன. இவை இரண்டும் மத்திய தரைக் கடலின் வழியே அரெபிய வளைகுடா வரை செல்லும் ஓர் பிளவால் பிரிக்கப்படுகிறது. ஆப்பிரிக்கத் ட்ட்டின் கிழக்கே ஆஸ்திரேலிய கண்டத் தட்டும் அதற்குத் தெற்கே அண்டார்டிக் தட்டும் உள்ளன (படம் 14).

இந்த எட்டு பெரிய கண்டத் தட்டுக்கள் தவிர பல சிறிய தட்டுக்கள் இங்கும் அங்குமாக அமந்துள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக தென் அமெரிக்க மேற்குக் கடற்கரையோரம் அமைந்துள்ள "நாஸ்கா தட்டினைச்" சொல்லலாம். நிலநடுக்க வரைவிகளின் உதவியால் நிலநடுக்கம் எங்கு நிகழ்ந்தாலும் அதனை அறிவியலாலர்கள் இப்போது கண்டுபிடித்துவிடுகின்றனர். நிலநடுக்கங்கள் அனைத்தும் கண்டப்பிளவுகளிலே ஏற்படுவதாக அவர்கள் கண்டுபிடித்துள்ளனர். இந்தக் கண்டத் தட்டுக்கள் நகர்ந்து ஒன்றோடொன்று உராய்கின்றன அதனால் நிலநடுக்கங்கள் ஏற்படுகின்றன.

ஆனால் கண்டத் தட்டுக்கள் ஏன் நகரவேண்டும்? **1962**ஆம் ஆண்டு அமெரிக்க விஞ்ஞானியான ஹேரி ஹாமொண்ட் ஹெஸ் (Harry Hammond Hess (May 24, 1906 - August 25, 1969) என்பவர் ஓர் புதிய கருத்தை வெளியிட்டார். அதன்படி புவியின் கவசப் பகுதியில் இருந்து சில பொருட்கள் அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் கண்டப் பிளவு வழியாக மேலெழும்பி வருகின்றன.



உலகில் உள்ள கண்டத் தட்டுகளும் நிலநடுக்க அபாயப் பகுதிகளும்

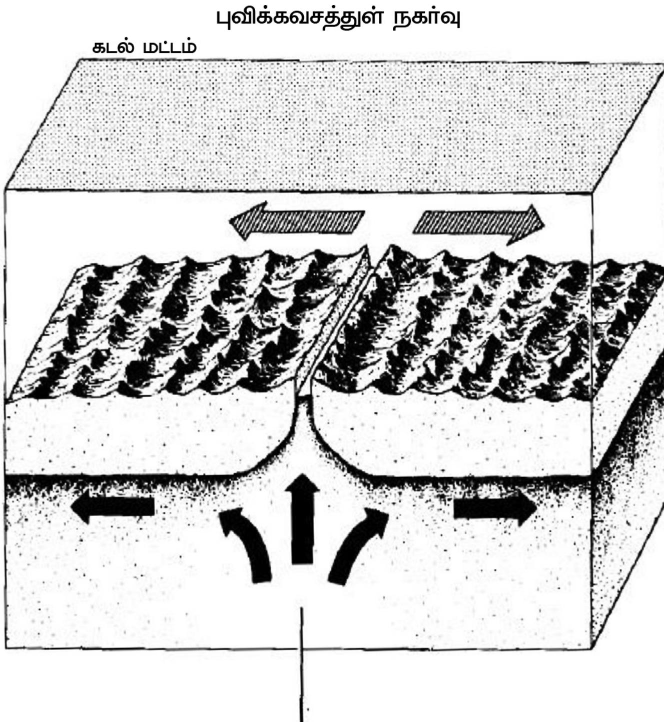
இந்தப் பொருட்களே அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் நடுவில் ஓடும் பெரிய மலைகள் உருவாகக் காரணமாகும். இந்தப் பொருட்கள் மேலெழும்பி வருவதால் கடற்படுகையில் இவை

படருகின்றன. இதனால் கடற்பிளவு பெரியதாகிறது. இதனால் அமெரிக்கத் தட்டும் யுரேஷியத் தட்டும் விலகிச் செல்கின்றன.

வெக்னர் சொல்லியதுபோல அமெரிக்கத் தட்டும் யுரேஷியத் தட்டும் விலகிச் செல்கின்றன என்பது உண்மைதான். ஆனால் இது கண்டங்கள் மிதப்பதினால் அல்ல. இந்த மிதக்கும் தன்மையைக் குறிபிட்டதுதான் வெக்னரின் தவறு. கண்டங்கள் நிலையாக இருக்கின்றன, ஆனால் அவையிருக்கும் கண்டத் தட்டுக்குள் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று விலகிச் செல்கின்றன.

"கடற் படுகை பெருகுகிறது" என்ற கருத்து சரியானது என பின்னர் நிருபிக்கப்பட்டது. கண்டங்களைவிட அட்லாண்டிக் கடற் படுகை வயதில் சிறியது என்றும் அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் நடுப்பகுதியில் வயது குறைவாகவும் ஓரங்களில் வயது அதிகமானதாகவும் இருக்கின்றன என அறிவியலாளர்கள் நிரூபித்தனர்.

புவிக்கவசத்துள் நகர்வு



மேலெழும்பி கண்டத்தட்டுகளை நகர்த்துகின்றன

எனவே பன்னெடுங் காலத்திற்கு முன்னர் பாங்கியா என்ற நிலப் பரப்பு இருந்தது. அதனுடைய வெவ்வேறு பகுதிகள் வெவ்வேறு கண்டத் தட்டுகளாக இருந்தன. ஆனால் கண்டத் தட்டுகளிடையே கண்டப் பிளவுகள் இருந்தன.

பூமியின் கவசத்திலிருந்து வெளியே வந்து மேலெழும்பும் பொருட்கள் மெல்ல மெல்லப் பரவி பாங்கியாவின் கண்டத் தட்டுகளை ஒன்றிலிருந்து ஒன்றை தள்ளின. இதனால் அவற்றிற்கு இடையே பெருங்கடல்கள் உருவாகின.

சில மில்லியன் ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் இந்தக் கண்டங்கள் மீண்டும் ஒன்று சேரலாம். அல்லது புதிய பாங்கியா உண்டாகலாம். அதன் பின்னர் அது மீண்டும் உடையலாம். இப்படியே இந்தக் கதை தொடரலாம்.

புவியின் நிலப்பகுதி முழுவதும் கண்டத் தட்டுக்களால் ஆனது. அப்படியென்றால் தட்டுக்கள் சில இடங்களில் விலகிச் செல்கின்றன என்றால் சில இடங்களில் நெருங்கிச் செல்லும். இரண்டு தட்டுக்கள் நெருங்கி வருகையில் மடிப்புகள் ஏற்பட்டு மலைத்தொடர்கள் உருவாகும்.

எனவே அட்லாண்டிக் பெருங்கடல் அகன்று வருவதால் வட அமெரிக்க கண்டத் தட்டு பசுபிக் தட்டினைத் தள்ளுகிறது. இதனால் வட அமெரிக்காவின் மேற்குப் பகுதியின் கடற்கரையோரம் மலைத்தொடர்கள் உருவாகி உள்ளன. இரண்டு கண்டத் தட்டுகள் வேகமாக நெருங்கி வந்தால் ஒரு தட்டு மற்றொரு தட்டின் கீழே சென்றுவிடும். கீழே சென்ற தட்டு மெல்லெ மெல்ல புவிக் கவசத்தின் உள்ளே சென்று அதோடு கலந்துவிடும்.

கடலில் எங்கே கண்டத் தட்டுக்கள் விலகிச் செல்கின்றனவோ அல்லது நெருங்கி வருகின்றனவோ அங்கே நிலம் கடலுக்கு மேல் தள்ளப்பட்டு தீவுகள் உருவாகின்றன. கடல் படுகை கீழே தள்ளப்பட்டு கடற்பள்ளங்கள் உருவாகின்றன. இந்தக் கடற்பள்ளங்கள் கடலின் ஆழமான இடங்களாகும். உண்மையில் முன்னர் விளங்காத பல செய்திகள் இப்போது நன்கு புரியத்தொடங்கின.

புவியின் மேலோடு வளைவதைப் பற்றியும் முறுக்கிக்கொள்வது பற்றியும் ஆராய்ச்சி செய்யும் துறைக்கு ஆங்கிலத்தில்

டெக்டானிக்ஸ் (tectonics) என்று பெயர். தமிழில் புவியமைப்புத் தோற்றவியல் என்றழைக்கிறோம். அறிவியலாளர்கள் இப்போது புவியின் மேலோட்டினை வடிவமைக்கும் கண்டத் தட்டுகள் நகர்வதை "கண்டத் தட்டுகள் அமைப்பியல்" (plate tectonics) என்றழைக்கிறார்கள்.

கண்டத் தட்டு அமைப்பியல் ஏன் நிலநடுக்கம் ஏற்படுகிறது என்பதனை விளக்கியது. பூமியின் சுழற்சி காரணமாக புவிக் கவசத்தில் உள்ள வெப்பமான பொருட்கள் மெதுவாகச் சுழலும் ஓர் சுழலில் நகர்வதாக அறிவியலாளர்கள் நம்பினர். இந்த நகரும் சுழல் கண்டத் தட்டுகளை சில இடங்களில் நெருங்கவும் சில இடங்களில் விலகவும் வைக்கிறது.

கண்டத் தட்டுகள் விலகிச் செல்லும் இடங்களில் புவிக்கவசத்தி லிருந்து பொருட்கள் மேலே தள்ளப்படுகின்றன. கண்டத் தட்டுகள் நெருங்கி வருகையில் மடிப்புகள் ஏற்பட்டு புவிமேலோடு கீழ்நோக்கி புவிக்கவசத்துக்குள் மடிந்து செல்கிறது. சூடான பொருட்கள் மேலே வரும் இடங்களிலும் குளிர்ச்சியான பாறைகள் மடிந்து கீழ்நோக்கி செல்லும் இடங்களிலும் பாறைகள் நகர்கின்றன இதனால் நிலநடுக்கங்கள் ஏற்படுகின்றன.

பாறைகள் நகரும் போதெல்லாம் நிலநடுக்கம் ஏற்படுவதில்லை. கண்டத் தட்டுகள் ஒன்றினை விட்டு ஒன்று விலகிச் செல்லும்போதும் அல்லது நெருங்கும்போதும் ஒரு தட்டின் பாறை அடுக்கின் ஓர் பகுதி மற்றோர் அடுக்கின் பாறை அடுக்கினை மேலே அல்லது கீழே அல்லது பக்கவாட்டில் தள்ளுகிறது. ஆனால் பாறைகளின் உராய்வு விசை அவற்றை நகரா வண்ணம் பாதுகாக்கிறது.

நாட்கள் செல்லச் செல்ல பாறைகளிடையே அழுத்தம் அதிகரிக்கிறது. அப்போது அவகளை நகரா வண்ணம் பாதுகாத்த விசையை மீறி பாறைகள் நகர்கின்றன. பாறை அடுக்குகள் ஒன்றின்மேல் ஒன்று ஏறி நிற்கின்றன. இவ்வாறு ஒவ்வொரு முறை நிகழும்போதும் நிலநடுக்கம் உண்ட்டகிறது. எவ்வளவு காலம் பாறைகள் நகராமல் தாக்குப் பிடிக்கின்றனவோ அவ்வளவு காலம் அழுத்தம் அதிகரிக்கிறது. அப்போது திடீரென பாறைகளின் நகர்வு ஏற்பட்டு மிகப் பெரிய நிலநடுக்கம் உண்டாகிறது.

*

6. நாம் என்ன செய்யலாம்?

1970களின் நடுவில் மிகப் பெரிய நிலநடுக்கங்கள் பற்றிய செய்திகள் வந்தன. 1976 சூலை 27ஆம் நாள் சீனாவின் தலைநகரான பீகிங்கிற்கு தெற்கே ஓர் நிலநடுக்கம் ஏற்பட்டது. 6,50,000 பேர் மடிந்தனர். இந்த நிலநடுக்கம் கடந்த 400 ஆண்டுகளில் நிகழ்ந்த மிக மோசமான நிலநடுக்கப் பேரிடர் ஆகும். க்வாடிமாலா, மெக்சிகோ, இத்தாலி, பிலிப்பைன்ஸ், ரோமானியா, துருக்கி ஆகிய நாடுகளிலும் நிலநடுக்கங்கள் ஏற்பட்டன.

அப்படியானால் நிலமை மோசமாகி வருகிறதா? மனிதர்களால் பூமி ஏதேனும் பாதிப்பினைச் சந்தித்து வருகிறதா? என்ற கேள்விகளை எழுப்பினால் அதற்கான பதில் அப்படியெதுவும் இல்லை என்பதாகும். இதற்கு முன்னால் இருந்ததைவிட எதுவும் மோசமாகி விடவில்லை. நாம் தற்போது நிலநடுக்கங்கள் பற்றிய தகவல்களை அதிகமாக அறிகிறோம்.

இருபதாம் நூற்றாண்டில் நாம் வானொலியையும் தொலைக்காட்சியையும் படைத்துள்ளோம். அதனால் பேரிடர்கள் பற்றிய செய்திகள் எளிதில் நமக்குக் கிடைக்கிறது. 1900இல் ஆசியாவின் ஏதோ ஒரு மூலையில் நிலநடுக்கம் நிகழ்ந்தால் அதனை ஐரோப்பாவிலோ அமெரிக்காவிலோ வாழும் மக்கள் அறிந்திருக்க மாட்டார்கள். இன்றோ உலகளாவிய நிலநடுக்கமானிகளின் ஓர் கட்டமைப்பு நிலநடுக்கம் எங்கு நிகழ்ந்தாலும் நமக்குத் தெரிவிக்கிறது.

அச்சு, தொலைக்காட்சி ஊடகங்கள் செய்திகளை உலகெங்கும் பரப்புகிறார்கள். நாமும் உலகச் செய்திகளை அறிந்துகொள்ள

ஆர்வம் காட்டுகிறோம். 1900இல் அமெரிக்கர்களோ ஐரோப்பியர்களோ எங்கோ உலகின் ஓர் மூலையில் நிகழும் நிலநடுக்கம் பற்றி அறிய ஆர்வம் காட்டியிருக்க மாட்டார்கள். ஆனால் இப்போதோ மக்கள் உலகின் பல இடங்களுக்குப் பயணம் செய்கிறார்கள். அதனால் உலகம் சுருங்கிவிட்டது. தொலைதூரம் என்பதே இப்போது இல்லை. மேலும் நிலநடுக்கம் என்பது முக்கியமான நாம் கவனம் செலுத்தும் ஓர் செய்தி ஆகிவிட்டது.

இறுதியாக உலக மக்கள்தொகை 1900த்தில் இருந்ததைப் போல மூன்று மடங்கு உயர்ந்துள்ளது. பல நகரங்களில் மக்கள்பெருக்கம் மூன்று மடங்கு அதிகரித்துள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக லாஸ்ஏஞ்சல்ஸ் நகரின் மக்கள்தொகை 1900இல் 1 மில்லியன் ஆகும், ஆனால் இப்போதோ 3 மில்லியனாகும்.

மேலும் கட்டடங்கள் தற்போது பெரியவையாகவும் விலை மதிப்புள்ளவையாகவும் அதிக எண்ணிக்கையிலும் உள்ளன. இப்போதுள்ள தொழிற்சாலைகள், மின் உற்பத்தி நிலையங்கள், விமான நிலையங்கள், எண்ணைக் குழாய்கள் ஆகியவற்றைப் பற்றி எண்ணிப் பாருங்கள். இந்த நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் இல்லாத பல கட்டுமானங்கள் தற்போது வந்துள்ளன. அதாவது ஒரு குறிப்பிட்ட வலிமையிலான நிலநடுக்கம் முன்னைப் போல் அல்லாமல் தற்போது அதிக உயிர்ச்சேதத்தையும் பொருட்சேதத்தையும் ஏற்படுத்தும்.

இந்தக் காரணங்கள் நிலநடுக்கங்கள், அவை வலிமை அதிகரிக்காவிடினும் ஏன் அண்மைக் காலத்தில் மிக மோசமான நிகழ்வாக மாறிவிட்டது எனப் புரியும். இந்த அபாயத்தைக் குறைக்க ஏதேனும் வழியிருக்கிறதா?

நாம் நிலநடுக்கங்கள் நிகழும் இடங்களில் வசிக்காமல் இருக்கலாம். ஆனால் நிலநடுக்கங்கள் நிகழும் பகுதிகளில் சில, மக்கள் வாழ மிகவும் ஏற்றவையாக உள்ளன. எனவே மக்கள் அந்த இடங்களை காலி செய்ய விரும்பவில்லை. மக்கள் இந்த இடங்களில் வாழ வேண்டுமெனில் அவர்கள் வாழும் கட்டடங்கள் நல்ல முறையில் வடிவமைக்கப்பட வேண்டும். அதாவது நிலநடுக்கம் ஏற்பட்டால் கட்டடம் ஆடலாமே தவிர இடிந்து விழக்கூடாது. ஏனெனில் இடிபாடுகளில் சிக்க மக்கள்

பலர் இறக்கிறார்கள். ஆனால் அத்தகைய கட்டுமானங்கள் விலை அதிகமானவை.

நிலநடுக்கம் வருவதை முன்கூட்டியே நாம் அறிவிக்க முடிந்தால் மக்கள் வீட்டைவிட்டு வெளியே வந்துவிடலாம். அல்லது அப்பகுதியைவிட்டு வெளியேறலாம். அப்போது பொருட்சேதம் ஏற்பட்டாலும் உயிர்ச்சேதம் ஏற்படாமல் தவிர்க்கலாம். நிலநடுக்கம் ஏற்படப்போவதை எப்படி முன்னறிவிப்பு செய்வது?

நிலநடுக்கம் ஏற்படும் முன்னர் சில மாற்றங்கள் நடப்பதாக கணித்திருக்கிறார்கள். நிலம் திடீரென மேலெழும்பலாம். அப்போது கூட சிறிய அதிர்வுகள் நிகழலாம். நீர் நிலத்திலிருந்து வெளியேறலாம். அதாவது கிணற்களில் நீர்மட்டத்தில் ஏற்ற இறக்கம் இருக்கலாம். அல்லது நீரும் மணலும் கலப்பதால் சேறு அதிகமாகலாம். பாறைகளுக்கு இடையே சிக்குண்டு கிடக்கும் சில வகை வாயுக்கள் வெளிப்படலாம். நிலத்தின் மின்சாரத்தைக் கடத்தும் தன்மை, மின்காந்தத் தன்மையில் மாற்றங்கள் ஏற்படலாம்.

ஆனால் இவை எல்லாம் நிலநடுக்கம் நிகழும் என அறுதியிட்டு கூறக்கூடிய சான்றுகள் இல்லை. அப்படியே வந்தாலும் அதன் வலிமை எப்படியிருக்கும் எனக் கூறவியலாது. அது நிகழக்கூடிய நேரத்தைச் சரியாகச் சொல்லமுடியாது. நிலநடுக்க வெளிமையம் எங்கே அமையும் எனச் சொல்ல முடியாது. நாம் மேலும் அதிகமாக நிலநடுக்கம் பற்றி அறிந்துகொண்டு, திறமையான கருவிகளை உருவாக்கினால் நிலநடுக்கம் பற்றிய முன்னெச்சரிக்கைகள் தரலாம்.

நமக்கு கருவிகள் கூடத் தேவயில்லை. நிலநடுக்கம் ஏற்படும் முன்னர் சில விலங்குகளின் நடத்தை மாறுகின்றது என சில கணிப்புகள் உள்ளன. குதிரைகள் திடீரென குதிக்கின்றன, ஓடுகின்றன; நாய்கள் ஊளையிடுகின்றன; மீனகள் துள்ளுகின்றன. நிலத்தில் ஒளிந்து வாழும் எலிகளும் பாம்புகளும் அவற்றின் வளையிலிருந்து வெளியே வந்து விடுகின்றன. சிம்பன்சி குரங்குகள் தரையில் ஒருவித பதற்றத்தோடு நடக்கின்றன.

விலங்குகள் மனிதனைக் காட்டிலும் நுண்ணிய உணர்வுடையவை. அவை இயற்கையோடு இயைந்து வாழ்பவை.

எனவே பாறை அடுக்குகள் நகரும் சிறிய அளவிலான ஒலி அவற்றிற்குக் கேட்கிறது.

சீனாவில் ஐரோப்பாவைக் காட்டிலும் நிலநடுக்கங்கள் அதிகம் அவற்றால் ஏற்படும் சேதங்களும் அதிகம். அங்கே மக்கள்தொகையும் அதிகம். எனவே நிலநடுக்கத்தோடு கூடிய விநோதமான நிகழ்வுகள் நடந்தால் அதனை உடனே அரசின் கவனத்திற்கு கொண்டுவர வலியுறுத்தப் படுகின்றனர். அதாவது விலங்குகளின் விநோத நடவடிக்கைகள், பூமியிலிருந்து விநோதமான ஒலி எழும்புதல், கிணறுகளில் நீர்மட்டத்தில் மாற்றம், சுவர்களில் இருந்து வண்ணப்பூச்சு உதிருதல் போன்றவை.

இதில் உள்ள சிக்கல் என்னவெனில் மேற்சொன்ன நிகழ்வுகள் நிலநடுக்கம் வருவதை மட்டுமே குறிக்கின்றனவா? அப்படி-யில்லை. இவை ஏற்பட பிற காரணங்களும் உண்டு. ஒரு குதிரை ஓர் தேனீ கடித்தால் கூட அங்குமிங்குமாக ஓடும். ஒரு மலைச்சரிவில் பாறை உருண்டாலும் விநோத ஓசை வரும். சில நிலநடுக்கங்கள் இது போன்ற நிகழ்வுகள் ஏதுமின்றி திடீரெனவும் வரக்கூடும்.

சீனர்கள் சில நிலநடுக்கங்களை அவர்கள் முன்னரே கண்டறிந்தனர் எனக் கூறுகின்றனர். 1975ஆம் ஆண்டு பிப்ரவரி 4ஆம் நாள், ரிக்டர் அளவையில் 7.3ஆக பதிவான ஓர் நிலநடுக்கத்தை முன்னரே கண்டுபிடித்ததாக அவர்கள் கூறுகின்றனர். மக்கள் அப்பகுதியை விட்டு முன்னரே வெளியேறினர், அதனால் உயிர்ச்சேதம் குறைவாக இருந்தது. ஆனால் 1976ஆம் ஆண்டு சூலை மாதம் 27ஆம் நாள் நிகழ்ந்த நிலநடுக்கம் பற்றிய முன்னறிவிப்பு வழங்கப்படவில்லை இதனால் ஓர் நகரமே அழிந்துபோனது.

நிலநடுக்கம் பற்றிய முன்னெச்சரிக்கைகளை மதியாமல் இருப்பது சரியல்ல. நிலநடுக்கம் நிகழவிருப்பதை உணர்த்தும் நிகழ்வுகள் நடந்தால் மக்கள் அந்தப் பகுதியை/இடத்தை விட்டுச் செல்வதே நல்லது. நிலநடுக்கம் நிகழவில்லை என்றால் அவர்கள் திரும்பி வந்துவிடலாம். ஆனால் வாழிடத்தை விட்டுச் செல்வது என்பது கடினமான செயல். நிலநடுக்கம் வரப்போகிறது என்பதற்காக மக்கள் தங்கள் வீடு உடைமைகளை விட்டுச் செல்ல விரும்புவதில்லை.

அவர்களின் தொழில் நட்டமடையும், பணவிரயம் ஏற்படும். மக்கள் ஓரிடத்தைக் காலிசெய்துவிட்டு வெளியேறும்போது அவர்கள் உடைமைகளை சிலர் கொள்ளையடிக்கலாம். ஒரு பெரிய நகரத்தைக் காலி செய்வதற்கு அதிகச் செலவாகும். முன்னெச்சரிக்கைகளைக் கேட்டு ஓரிருமுறை நகரைக் காலி செய்த மக்கள் தங்களுடைய துன்பங்கள், பணவிரயம் ஆகியவற்றை மனதில்கொண்டு அடுத்த முறை முன்னெச்சரிக்கையை அலட்சியம் செய்வர். அவ்வமயத்தில் உண்மையிலேயே ஓர் பெரிய நிலநடுக்கம் நிகழலாம்.

இதற்கான தீர்வு என்னவெனில் நாம் நம்முடைய நிலநடுக்க முன்னெச்சரிக்கை வழங்கும் முறைய இன்னமும் செப்பனிட வேண்டும். ஒரு குறிப்பிட்ட வலிமையில், ஓர் குறிப்பிட்ட இடத்தில், ஓர் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் நிலநடுக்கம் நிகழும் என நம்மால் சொல்ல முடிந்தால், அவ்வாறு நிகழவும் செய்தால், பின்னர் மக்கள் முன்னெச்சரிக்கையைக் கேட்டதும் உடனே அந்த இடத்தைவிட்டுச் செல்வர்.

நிலநடுக்கங்கள் நிகழாமல் தடுக்க இயலுமா? கண்டத் தட்டுகள் நகர்வதை மனிதனால் தடுக்க முடியாது. பாறை அடுக்குகள் ஒன்றோடொன்று உரசுவதையும் தடுக்க இயலாது. ஒருவேளை நம்மால் பாறைகளை தடையின்றி எளிதாக நகரவைக்கமுடியும். அப்போது திடீரெனெ பல செண்டிமீட்டர் நகர்வதற்கு பதிலாக அவை வருடத்திற்கு 50 முறை மெல்ல மெல்ல நகரலாம். அதனால் சிறிய ரக நிலநடுக்கங்கள் நிகழலாம். ஆனால் அவற்றால் சேதங்கள் குறைவு.

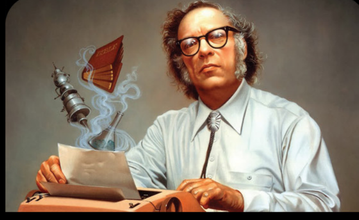
இல்லாவிடில் பாறை அடுக்குகள் சிறிது தூரம் நகர்ந்து பின்னர் அப்படியே 50 ஆண்டுகள் இருந்து அழுத்தம் அதிகரிக்கக்கூடும். அதனால் அதிக சேதத்தைத் தரும் மிகப் பெரிய நிலநடுக்கம் ஏற்படலாம். எனவே பாறை அடுக்குகளை மெல்ல மெல்ல நகரச்செய்து சிறு சிறு நிலநடுக்கங்களை ஏற்படுத்தச் செய்யலாம்.

கண்டப்பிளவுகளின் அருகாமையில் பல ஆழ்துளைக் கிணறுகளை நம் அமைத்தால் அப்போது நீர் பிளவுகளுக்குள் புகும். நீர் பாறையிடுக்குகளில் புகுந்து அவற்றின் இயக்கத்தை எளிதாக்கலாம். இதன்னல் சிறிய ரக நிலநடுக்கங்கள் அதிகம்

ஏற்படலாம். ஆனால் பெரிய நிலநடுக்கம் நிகழ வாய்ப்பு குறைவாக இருக்கும்.

இந்தத் தொழில்நுட்பம் வேலை செய்யுமா? நமக்குத் தெரியாது. பயன்படுத்தி பார்த்து, இம்முறை வெற்றியடைந்தால் அல்லது வேறு ஏதேனும் வழிமுறை கிடைத்தால், அதன் பின்னர் மிகப் பெரிய நிலநடுக்கங்கள் பற்றிக் கவலைபடவேண்டாம்.

* * *



ஐசக் அசிமோவ் ஒரு தலை சிறந்த கதாசிரியர். விஞ்ஞான ரீதியான கதைகளை புனைவதிலும் எழுதுவதிலும் உலகப் புகழ் படைத்தவர். விஞ்ஞான உலகின் முன்னேற்றங்களைப் பற்றி அறிந்து கொள்வதில் நிபுணராகவும், விஞ்ஞான விந்தைகளைத் துறை சாராதவர்களுக்கும் சாமானியர்களுக்கும் எடுத்துச் சொல்வதில் ஆர்வமும் திறமையும் படைத்தவர். அசிமோவின் புத்தகங்கள் விஞ்ஞான கருத்துக்களையே உள்ளடக்கியவை. ஆயினும் படிப்பதற்கு கதைகள் போல் எளிய நடையில் இருக்கும்.

நடுக்கம் ஏன் ஏற்படுகிறது? கிரேக்கர்கள் தங்களுடைய கடற் கடவுள் தன்னுடைய திரிசூலத்தை அசைப்பதால் இது நிகழ்கிறது என நினத்தனர். ஹவாயின் பழங்குடியினர் தங்களின் பெண் கடவுள் கோபத்தில் காலை தரையில் மிதிப்பதால் நிலநடுக்கம் ஏற்படுகிறது என நினைத்தனர். 19ஆம் நூற்றாண்டில் நிலம் குளிர்ந்து சுருங்குவதால் நிகழ்கிறது என நம்பினர். அசிமோவ் அறிவிய லாளர்கள் எவ்வாறு நிலநடுக்கம் நிகழ்கிறது என்பதைக் கண்டு பிடித்தனர் என்பதைச் சுவையாக இந்த நூலில் விளக்குகிறார்.

₹ 50

தூறல் புக்ஸ்



69 I Pillayar Koil Street I R.V.Nagar I Jafferkhanpet I Chennai - 600 083
Mobile: 98406 72018 I thooralbooks@gmail.com I www.thooralbooks.com